

Економіка

УДК 622:338.45

Попов Станіслав Олегович

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій
Криворізький національний університет*

Popov Stanislav

*DSc. (Engineering), Professor,
Professor of the Department of Automation, Computer Science and Technology
Kryvyi Rih National University
ORCID: 0000-0003-4874-997X*

Адамовська Вікторія Сергіївна

*кандидат економічних наук, доцент,
завідувачка кафедри обліку, оподаткування,
публічного управління та адміністрування
Криворізький національний університет*

Adamovska Viktoriia

*PhD (Economics), Associate Professor,
Head of the Department of Accounting, Taxation,
Public Management and Administration
Kryvyi Rih National University
ORCID: 0000-0001-8911-1388*

Міщук Євгенія Володимирівна

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри обліку, оподаткування,
публічного управління та адміністрування
Криворізький національний університет*

Mishchuk Ievgeniia

*PhD (Economics), Associate Professor,
Associate Professor of Accounting, Taxation,
Public Management and Administration
Kryvyi Rih National University
ORCID: 0000-0003-4145-3711*

Колосовський Денис Владиславович

*магістрант кафедри обліку, оподаткування,
публічного управління та адміністрування
Криворізького національного університету*

Kolosovskyi Denys

*Master's Student of the Department of Accounting, Taxation,
Public Management and Administration
Kryvyi Rih National University
ORCID: 0000-0002-0550-2021*

**ПРИЙНЯТТЯ ЕКОНОМІЧНО ОБҐРУНТОВАНИХ
УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ГІРНИЧОДОБУВНИХ
ПІДПРИЄМСТВАХ І ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПУБЛІЧНИМ УПРАВЛІННЯМ
ACCEPTANCE OF ECONOMICLY BASED MANAGEMENT
DECISIONS AT MINING ENTERPRISES AND THEIR
RELATIONSHIPS WITH PUBLIC ADMINISTRATION**

Анотація. Досліджено стан проблеми економічної оцінки процесу очисного виймання залізних руди при прийнятті рішень з управління виробничим процесом на підземних залізрудних гірничодобувних підприємствах. Встановлено, що для організації оптимального управління виробничим процесом з видобутку руди і виробництва товарних видів залізрудної продукції базовим аспектом є управління процесом очисного

виймання руди. Прийняття оптимальних управлінських рішень з його виконання ґрунтується на економічній оцінці ефективності цих рішень за їх впливом на економічні результати всього виробничого процесу. Ці рішення приймаються на стадіях проектування очисного виймання і його реалізації на практиці. На даний час методи такої оцінки не є задовільними, адже вони не показують фактичної ефективності процесу очисного виймання в результаті того, що в основу цієї системи покладений показник, який не враховує економічні характеристики запасу руди. Авторами розроблена система економічної оцінки ефективності очисного виймання, яка дозволяє коректно оцінити цю ефективність. В основу цієї системи покладений показник Повноти використання економічного потенціалу балансового запасу руди. Його величина розраховується на основі відношення між економічним потенціалом, який має балансовий запас руди добувних блоків/панелей до цінності виготовленого з цього запасу товарного залізорудного продукту. Другим розробленим показником є Індекс економічної варіабельності, який відображає ступінь відхилення прогнозованої собівартості видобутої рудної маси від величини економічно обґрунтованої межі собівартості товарного залізорудного продукту за вилученням питомих фінансових витрат на виконання процесу рудопідготовки. Авторами розроблена методика, за якою можна визначити величини всіх параметрів, необхідних для розрахунку вище вказаних показників. Описаними положення покладені в основу комп'ютерної системи для виконання економіко-математичного моделювання процесу очисного виймання руди.

Ключові слова: економічно обґрунтовані рішення, гірничодобувні підприємства, публічне управління.

Summary. The state of the problem of economic assessment of the iron ore stoping process when making decisions on managing the production process at

iron ore underground mining enterprises is under investigation. It is established that when organizing optimal management of ore mining and production of commercial types of iron ore products, the basic aspect is management of the ore stoping process. Making optimal management decisions on its implementation is based on an economic assessment of efficiency of these decisions by their impact on economic results of the entire production process. These decisions are made when designing and implementing the stoping process in practice. At present, the methods of such an assessment are not satisfactory, because they do not reveal actual effectiveness of the stoping process as this system is based on an indicator that does not consider economic characteristics of the ore reserve. The authors develop a system for economic assessment of stoping efficiency, which allows you to correctly evaluate efficiency of the process. The system relies on the Index of Completeness of applying the economic potential of the balance ore reserve. Its value is calculated by means of the ratio between the economic potential, which has a balance ore reserve of mining blocks/panels to the value of a commercial iron ore product made from this reserve. The second developed indicator is the Index of Economic Variability, which reflects the degree of deviation of the projected cost of the mined ore mass from the value of the economically justified limit of the cost of a commercial iron ore product for the withdrawal of specific financial costs required for ore beneficiation. The authors develop methods to determine the values of all the parameters necessary for calculating the above indices. The described provisions form the basis of a computer system for performing economic and mathematical modeling of the stoping process.

Key words: *economically substantiated decisions, mining enterprises, public management*

Постановка проблеми. Однією з важливих проблем, у сфері підземного залізрудного гірничодобувного виробництва є необхідність оптимального управління [1] виробничим процесом у Виробничо-

технологічній системі (ВТС) гірничодобувного підприємства. Вказана проблема і дотепер остається ще повністю не вирішеною.

Основою такого управління є рішення, які приймають спеціалісти органів управління гірничодобувним підприємством, спрямовані на оптимізацію технології, механізації, параметризації і організацію виробництва та їх реалізацію на практиці.

У ВТС базовим елементом є процес очисного виймання руди, яка ключової складової виробничого процесу. При виконанні очисного виймання саме і здійснюється виймання руди з надр і надання видобутій рудній масі таких параметрів, які забезпечують можливість виготовлення з неї товарної залізорудної продукції. В залежності від характеру гірничодобувного підприємства таким продукцією можуть бути: залізорудний концентрат, залізорудні окатиші, агломерат, доменна руда.

Цей процес є найбільш масштабним, технологічно складним, ресурсоємним і фінансово витратним. Прямі і опосередковані фінансові витрати на його виконання складають 60-70% собівартості товарного залізорудного продукту. Крім того очисне виймання здійснюється у дуже складних і небезпечних підземних умовах. Це суттєво і негативно впливає на його економічні результати. Зауважимо, що гірничодобувні підприємства відносяться до категорії об'єктів підвищеної небезпечності [2].

Відповідно до сказаного при прийнятті будь-яких рішень з управління очисним вийманням у першу чергу необхідно визначати як ці рішення вплинуть на економічні результати виконання всього виробничого процесу на гірничодобувному підприємстві. Визначення параметрів цього впливу здійснюється шляхом оцінки економічної ефективності управлінським рішенням за кінцевим результатом виробництва товарного залізорудного продукту. Методи цього визначення розробляються у важливих науково-практичних напрямках гірничодобувного виробництва «Раціональне використання і охорона надр» [3] та «Економіка гірничодобувних

підприємств» [4, с. 117].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До теперішнього часу в практиці підземного залізородного гірничодобувного виробництва нерозроблена єдина і загальновизнана методика оцінки економічної ефективності процесу очисного виймання руд. Натомість питаннями її розроблення займалися багато спеціалістів у сфері економіки і технології цього виробництва, а саме: Агошков М.І., Малахов Г.М., Шестаков В.О., Рачковский С.Я., Плеханов В.К., Нікулін С.Є., Ляшенко В.І., Лавренов В.І., Мечіков О.С., Павлик А.М., та ін. Ці дослідники розробили певні підходи до економічній оцінки очисного виймання на основі його прибутковості і рентабельності. Але, на практиці, наприклад, високий прибуток і рентабельність очисного виймання може досягатись не шляхом застосування високо ефективних технологічних і технічних рішень з його здійснення, а за рахунок рішень, які просто забезпечують мінімальні фінансові витрати на розробку при завищених технологічних втратах руди і її засмічення пустими породами. Це призводить до нераціонального використання запасу руди хоча і приносить високий але разовий прибуток.

Мета роботи. Відповідно до вище викладеного автори поставили за мету розробити удосконалену систему оцінки, яка дозволяє коректно визначити економічну ефективність рішень з управління очисним вийманням руди, основні положенні, суть яких наведена у тексті статті.

Викладення основного матеріалу. Оптимальне управління [5] процесом очисного виймання руди включає дві базові дії, а саме: вибір на основі певного обґрунтування рішень з технології, техніки, параметрів і організації розробки для відпрацювання запасу руди конкретних виїмкових одиниць (добувних блоків/панелей); реалізація цих рішень на практиці при край нестабільних гірничотехнічних здійснення розробки і економічних умовах функціонування гірничодобувного підприємства. Всі ці дії незалежно від їх характеру мають один критерій оцінки – їх економічна

ефективність.

У гірничодобувній галузі вже тривалий час для оцінки ефективності управлінських рішень одним з основних показників є так званий *Питомий прибуток*, P_n [6, с. 58]. Величина цього показника розраховується як відношення прибутку P_{zn} , що прогнозується до отримання, або був отриманий, в результаті відпрацювання певного запасу руди $Q_{бз}$ (погашеного запасу) і реалізації виготовленого з нього товарного залізородного продукту у обсязі Q_{zn} . Він розраховується за такою формулою

$$P_n = \frac{P_{zn}}{Q_{бз}} = \frac{D_{тр} - (Z_{зш} + Z_{пн} + Z_{ов} + Z_{рп})}{Q_{бз}}, \quad (1)$$

де $D_{тр}$ – доход від реалізації товарної залізородної продукції, тис.грн; $Z_{зш}$ – загальношахтні фінансові затрати (умовно-постійні) на розробку, тис.грн; $Z_{пн}$ – затрати на підготовку і нарізання запасу, тис.грн; $Z_{ов}$ – затрати на очисне виймання руди, грн/т; $Z_{рп}$ – затрати на рудопідготовку, грн/т.

Стосовно цього показника необхідно відмітити наступне. Його застосування для економічної оцінки ефективності управлінських рішень є некоректним. Це обумовлене тим, що методика його розрахунку не враховує двох важливих обставин, які мають місце у економіці цього виробництва, а саме:

1. З формули (1) розрахунку P_n видно, що вона відображає, як співвідносяться між собою прибуток від реалізації товарного залізородного продукту P_{zn} , виражений у фінансовій одиниці (тис.грн), і обсяг балансового запасу руди $Q_{бз}$, виражений у фізичних одиницях (тис.т), в результаті розробки якого і отримується прибуток. Фактично цей показник характеризує скільки фінансових одиниць прибутку принесе гірничодобувному підприємству розробка кожної фізичної одиниці балансового запасу руди, тобто цей показник техніко-економічним.

З одного боку – така оцінка має сенс, адже змінна величини P_{zn} ,

наприклад, при одній і тій величині $Q_{бз}$ дійсно надає уявлення про ступінь ефективності використання цього запасу. Однак, з іншого боку, при розрахунку величини P_n не враховується те, що саме представляє собою балансовий запас руди. Крім обсягу $Q_{бз}$ цей запас має ще ряд характеристик за якістю руди (вміст заліза), міцністю руди, її мінералогічним складом тощо. Величини цих характеристик впливають на обсяги фінансових витрат, які потрібно вкласти щоб відпрацювати цей запас, а це впливає і на величину прибутку $P_{зн}$.

Вказана обставина може негативно проявитись так – коли при відпрацюванні запасу руди $Q_{бз}$ після розрахунку величини P_n стає незрозуміло його величина говорить про високу ефективність розробки цього запасу, чи про низку ефективність, адже характер цього запасу, крім його обсягу, методика розрахунку показника P_n не враховує.

З цього виходить, що якщо ми оцінюємо величину параметра $P_{зн}$ у фінансових одиницях, як результат розробки, то необхідно знати, а яку при цьому початкову фінансово-економічну характеристику мав сам запас руди. Тобто таку оцінку необхідно здійснювати порівнюючи параметри, виражені у одних фінансово-економічних одиницях вимірювання, і які враховують економічну характеристику ресурсу, що відпрацьовується. Тільки така оцінка буде у даних умовах коректною.

Більш детально це положення можна описати так. Балансовий запас руди в обсязі $Q_{бз}$, який залягає у надрах, має певний фінансово-економічний потенціал. Цей потенціал можна охарактеризувати як величина прибутку $P_{нзн}$, яку потенційно можна отримати при ідеального виконаному процесі очисного виймання. Під поняттям *Ідеальне виконання* будемо розуміти відпрацювання запасу руди без технологічних втрат руди, без її технологічного засмічення і без будь-яких фінансових затрат на розробку.

За цим, для того щоб оцінити потенціал запасу одного тільки його обсягу $Q_{бз}$ недостатньо, адже руда, яка його складає має і інші

характеристики, які впливають на його економічний потенціал. Наприклад, цілком зрозуміло, що запас руди з обсягом $Q_{\text{бз}}$ з вмістом заліза $Fe=56\%$ і такий же самий запас за обсягом $Q_{\text{бз}}$ але з вмістом заліза $Fe=66\%$ мають різний економічний потенціал.

У той же час реальні обставини розробки запасу $Q_{\text{бз}}$ є зовсім не ідеальними. Ці обставини визначаються конкретними умовами залягання запасу руди у надрах, управлінських рішень з вибору і реалізації технології розробки, вибору і функціонування засобів механізації робіт, вибору і дотримання параметрів цих робіт, організації їх виконання, які приймаються при підготовці проекту розробки запасу руди і реалізації цього проекту на практиці [7, с. 159]. Часто такі рішення є взагалі є неоднозначними, тобто коли одне і те рішення за певними аспектами розробки має перевагу над іншими рішеннями, а за іншими аспектами воно поступається їм, а вибрати для реалізації необхідно одне конкретне рішення.

За цим при проектуванні розробки запасу кожної виїмкової одиниці і виборі рішень з його виймання, природньо виникає питання про те наскільки повно при конкретних умовах здійснення розробки буде використаний економічний потенціал запасу руди? Результати такої оцінки можуть суттєво відрізнятись від результатів, які надає показник $П_n$.

2. Друга і дуже важлива обставина полягає у наступному. При оцінці економічних результатів розробки запасу руди за показником $П_n$ важливим є те, що величина прибутку $П_{zn}$ від реалізації залізородної продукції залежить не тільки від рішень з управління розробкою, а також залежить і від ринкової ціни на товарну залізородну продукцію $Ц_{zn}$. Ця ціна впливає не тільки на прибуток, а і на цінність самого балансового запасу руди. При цьому ціна на залізородну продукцію залежить від кон'юнктури ринку і є нестабільною. В результаті цього при виборі найбільш економічно ефективних рішень неможна коректно оцінити ефективність розробки тільки за показником $П_n$, адже він не враховує те, який економічний

потенціал у даних ринкових умовах має запас руди. За цим, наприклад, може виникнути ситуація, коли при певних розрахунках буде визначено виску економічну ефективність управлінських рішень за показником Π_n , а фактично, при врахуванні поточної цінності запасу, ситуація з їх ефективністю буде зовсім інша.

Вказані недоліки необхідно усунути у вдосконаленій системі економічної оцінки процесу розробки руди. Цього можна досягти у тому разі, як що при оцінці економічної ефективності очисного виймання буде застосовуватись не загальний технічний параметр *Балансовий запас руди* $Q_{бз}$, а його фінансово-економічна характеристика, яка є виключно економічною і враховує всі його особливості, а не просто обсяг запасу.

Розробити такий показник можна за такими міркуваннями. Питомий прибуток Π_n доцільно інтерпретувати не як техніко-економічний показник, а як економічний. Його величина формується виключно економічними чинниками, які характеризують саму руду і її запас. Ці чинники обумовлюються тим, що отримання прибутку Π_{zn} є результатом не просто відпрацювання обсягу балансового запасу руди $Q_{бз}$, а того, що цей запас має певний *Економічний потенціал*. Величина цього потенціалу визначається одразу декількома характеристикам запасу, а не тільки його обсягом. Ці характеристики надають йому певної фінансово-економічної характеристики, яку можна інтерпретувати як *Цінність*, яку представляє цей запас. Саме ця цінність і є джерелом отримання прибутку Π_{zn} . Розрахувати величину цінності заасу руди можна за такою формулою

$$E_{бз} = 0,01Q_{бз}C_{бз}ЦG(1 + K_1)(1 - K_2), \quad (2)$$

де $C_{бз}$ – вміст металу у руді, %; $Ц$ – договірна ціна на 1,0 т товарного залізорудного продукту, грн/т; G – коефіцієнт, який враховує вихід товарного залізорудного продукту з 1,0 т балансового запасу руди, дол.од.; K_1 – коефіцієнт, який враховує підвищення ціни при перевищенні на кожен

відсоток концентрації корисних природніх компонентів у руді (Mn, Ni, Cr, V, Ti) їх концентрацію за вимогами споживача, дол.од; K_2 – коефіцієнт, який враховує штрафи за кожен відсоток перевищення шкідливих природніх компонентів у руді (P, S, As, Zn) їх концентрацію за вимогами споживача, дол.од.

Сам же прибуток отримується гірничодобувним підприємством за рахунок того, що його продукція представляє цінність для споживача. За цим споживач готовий заплатити за неї певний обсяг фінансових коштів, які і сформує дохід D_{mp} і прибуток Π_{zn} підприємства. Таким чином, у даному разі, сума фінансових коштів, яку готовий заплатити споживач за цю продукцію можна розглядати, як *Економічний потенціал* балансового запасу руди, з якого і буде виготовлена ця продукція.

Більш конкретно, ці міркування можна розкрити так. До початку розробки запас руди $Q_{бз}$ який знаходиться у надрах має певний економічний потенціал у розмірі $E_{бз}$, який виражається у фінансовій одиниці тис.грн. Цей потенціал представляє величину доходу D_{mp} , який потенційно можна отримати від реалізації товарної залізородної продукції у обсязі Q_{zn} , виготовленої із запасу руди $Q_{бз}$ в ідеальних умовах. Ідеальні умови визначають те, що цінність виготовленого товарної залізородної продукції E_{zn} буде дорівнювати цінності балансового запасу руди $E_{бз}$, тобто в процесі розробки запасу $Q_{бз}$ будуть відсутні втрати цінності з будь-яких причин.

Наряду із цим реальні умови розробки мають ряд специфічних особливостей, які відрізняють їх від ідеальних умов. Здійснення розробки запасу у цих умовах потребують вкладання певного обсягу фінансових коштів ΣZ на виконання цілого комплексу процесів, робіт, операцій з розробки. Ці процеси і роботи виконуються у певній технологічній послідовності і на їх виконання витрачаються певні обсяги фінансових коштів, які залежить від характеру цих процесів та робіт і умов яких вони виконуються.

Таким чином по мірі їх виконання спостерігається якби поступове зменшення цінності з величини $E_{бз}$ до величини $E_{зн}$. При цьому різниця між ними $E_{бз}-E_{зн}$ буде характеризувати втрати цінності ΔE , величина якої обумовлюється фінансовими затратам на виконання процесів, робіт, операцій, а також технологічними втратами певного обсягу руди, технологічного засмічення руди при її видобутку. За цим параметр $E_{зн}$ стає пов'язаним з параметром $E_{бз}$, адже його величина в процесі розробки починає поступово формуватися саме з величини $E_{бз}$. Все описане вище демонструється на діаграмі, наведеній на рис. 1.

Тепер необхідно відмітити важливу обставину, яка стосується одного з найбільш вагомих джерел втрат цінності запасу руди. При вийманні руди балансового запасу обов'язково фізично втрачається його певна частина, а це є джерелом втрати цінності, яку має балансовий запас руди. Зазвичай ці втрати руди досягають 10-18% від обсягу балансового запасу.

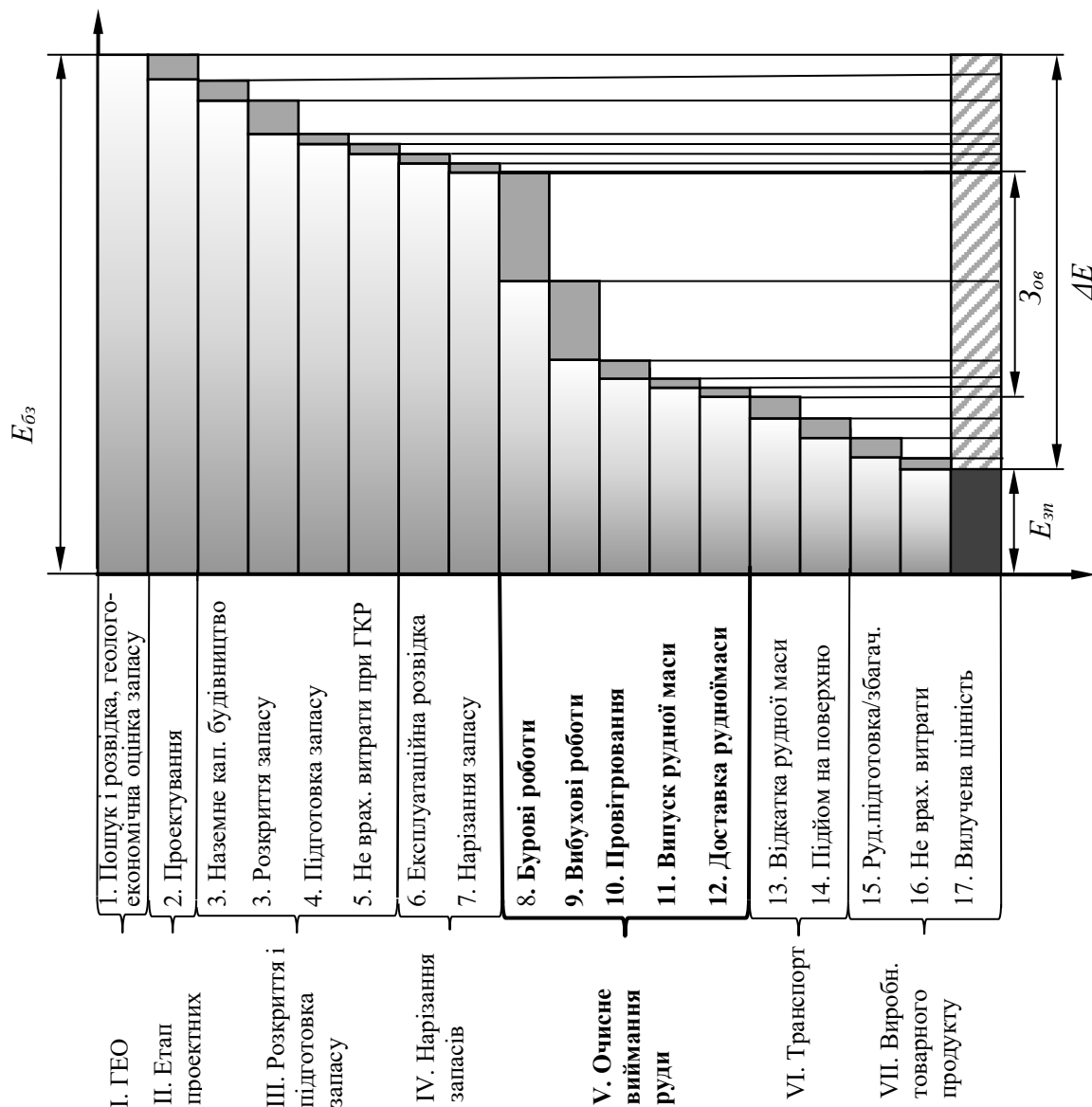


Рис. 1. Діаграма зміни величини цінності руди

Джерело: розробка автора

Крім того, та частина руди балансового запасу, яка буде вилучена з надр, в процесі розробки засмічується пустими породами. Її засмічення складає від 8% до 16% від обсягу видобутої рудної маси. Засмічення призводить до втрати якості рудної маси за вмістом металу у порівнянні з його вмістом у балансовому запасі. Вміст металу у балансовому запасі є одним з найважливіших параметрів, що формують цінність запасу, див. формулу (2). Для того щоб виробити з засміченої рудної маси товарний залізорудний продукт підприємству прийдеться вилучити з неї пусту породу

для отримання якості залізородного продукту, яка буде відповідати вимогам споживача.

Вилучення цієї породи здійснюється при здійсненні рудопідготовки, у якій збагачення є окремим і вартісним процесом. На його виконання необхідно вкладання додаткових фінансових коштів..

В цілому за вказаними факторами (втрати і засмічення) втрачається до 25% цінності балансового запасу руди.

Слід відмітити, що втрати і засмічення руди мають вкрай негативні наслідки для держави, адже вони призводять до нераціонального використання надр, тобто природних ресурсів, які знаходяться у надрах. За Гірничим законом України [8] ці ресурси є власністю народу України, а не власників приватних гірничодобувних підприємств. За ефективністю їх використання держава здійснює суворий контроль. Для цього сформована система публічного адміністрування діяльності гірничодобувних підприємств, яка має право управлінської діяльності штрафними і заохочувальними заходами. Органом, якому надані функції такого контролю і управління є *Держана служба України з питань праці* (ДСУПП). Безпосередній контроль за раціональністю використання надр гірничодобувними підприємствами реалізує підрозділ ДСУПП *Відділ нагляду за геолого-маркшейдерськими роботами та переробкою корисних копалин* [9].

Необхідність реалізації цієї контрольно-управлінської діяльності обумовлюється такою обставиною. Специфіка гірничодобувного виробництва надає можливість власникам гірничодобувних підприємств здійснювати розробку балансових запасів руд такими методами, при яких ці підприємства можуть отримати високий разовий прибуток при мінімальних фінансових вкладеннях у розробку. При цьому така розробка буде здійснюватися при надвисоких технологічних втратах руди. Така ситуація призводить до швидкого вичерпання запасів залізородних родовищ і

значних втрат природного ресурсу, суттєвого скорочення строків виробничої діяльності гірничодобувних підприємств, негативних соціально-економічних наслідків для гірничодобувних регіонів і для держави в цілому.

З метою усунення такої ситуації держава здійснює адміністративний контроль за обсягами втрат руди. Однією з форм такого контролю є нормування величини втрат. Ці нормативи визначаються за спеціальною методикою [10]. У ній надані правила розрахунку нормативу втрат руди за гірничотехнічними умовами розробки і вибраною технологічною схемою відпрацювання запасу, а також правила економічного обґрунтування цього нормативу [11, с. 22].

Нормативні величини втрат руди визначається при підготовці проекту на відпрацювання запасу руди кожного добувного блока/панелі [12], розробка яких планується на кожен наступний рік. Ці дані закладаються у *Річний план розвитку гірничих робіт* по кожному підприємству. На кожен наступний рік ці підприємства повинні затвердити вказаний план у ДСУПП шляхом його публічного захисту. При відсутності затвердження цього плану гірничодобувному підприємству забороняється здійснювати виробничу діяльність.

Слід зауважити, що положення цього плану суттєво впливають на втрати цінності за максимальним зменшенням їх обсягу. Але необхідність дотримання вказаного нормативу ставить перед підприємством необхідність вирішення оптимізаційного характеру з необхідності такої організації очисного виймання щоб одночасно дотриматись норматив втрат руди і мінімізувати фінансові витрати на розробку. Вирішення цієї задачі прямо стосується методів формування цінностей всіх видів.

На величину цінності товарного продукту впливають два фактори: цінність запасу руди $E_{\text{бз}}$ і величина втрат цінності ΔE , яка буде виникати в процесі розробки.

Для управління величиною параметра $E_{бз}$ гірничодобувне підприємства має мало можливостей, єдиним важелем для цього є договірна ціна на товарну продукцію.

Значно ширші можливості управління має величина втрат цінності ΔE . Управляти нею можна технологічними методами, засобами систем механізації робіт, параметрами очисного виймання і його технологічних процесів (буріння, підривання, випуск руди з очисного просту, доставка видобутої рудної маси) [13, с. 127-197], методами організації робіт, адже величина ΔE суттєво залежать від конкретних управлінських рішень зі здійснення розробки, які до речі впливають на величину втрат і засмічення руди.

Відмітимо, що величина технологічних втрат руди і її засмічення наряду із обсягом балансового запасу $Q_{бз}$ визначають обсяг виготовленого товарного залізорудного продукту $Q_{зн}$.

В комплексі всі вказані обставини призводять до того, що в результаті здійснення розробки запасу $Q_{бз}$ з вмістом металу $C_{бз}$ буде отриманий товарний залізорудний продукт у обсязі $Q_{зн}$, і з вмістом металу $C_{бз}$, які відрізняється між собою $Q_{зн} \neq Q_{бз}$; $C_{зн} \neq C_{бз}$. Це визначає і різні величини цінностей $E_{зн} \neq E_{бз}$. У свою чергу це у реальних умовах призводить і до отримання іншої величини прибутку $\Pi_{зн}$ ніж той, який міг бути потенційно отриманий за відсутності втрат цінності.

Ця різниця ставить питання про те, яка частина цінності балансового запасу руди $E_{бз}$ буде вилучена з надр при отриманні з нього конкретного обсягу товарного залізорудного продукту з цінністю $E_{зн}$. Таким чином важливішим показником економічної ефективності розробки стає коефіцієнт використання цінності запасу руди, величину якого можна розрахувати так

$$K_E = E_{зн}/E_{бз} \quad (2)$$

Тепер звернемо увагу на елемент формули (1), а саме параметр $Z_{ов}$. Цей параметр відображає суму фінансових коштів, яку необхідно вкласти у очисне виймання руди при відпрацюванні запасу кожного добувного блока/панелі, інші параметри у цій формулі відомі. Відмітимо, що ця сума не може бути будь-якою, а має певне обмеження і її гранична величина $Z'_{ов}$ обмежується певними чинниками, які діють в процесі розробки.

Це обмеження обумовлене характером функціонування ВЕС і причина його виникнення полягає у наступному. Виробничий процес на гірничодобувному підприємстві здійснюється шляхом послідовного виконання ряду стадій, етапів, процесів, робіт, операцій (див. рис. 1). При виконанні кожного з них предмет паці *Руда* балансового запасу змінює свої характеристики з переходом від стану монолітного гірського масиву з одними параметрами у стан товарного залізородного продукту з іншими параметрами. При цьому кожен процес, робота, операція у цій послідовності мають свої технічні і економічні характеристики, які по різному впливають на зміну характеристик предмету праці.

За цим досягти необхідних економічних результатів всього процесу розробки і його високої економічної ефективності можна тільки у тому разі, якщо у функціонуванні ВЕС обсяги фінансових витрат на виконання процесів, робіт і операцій будуть не тільки мінімально можливими, а і збалансованими між собою. Їх збалансування полягає у тому, щоб обсяги фінансових витрат на виконання відповідних процесів були так розподілені між ними, щоб у кінцевому рахунку отримати товарний залізородний продукт у необхідному обсязі з необхідними технічними і економічними характеристиками, з необхідною продуктивністю виробництва і мінімальною собівартістю.

Зауважимо, що у сфері гірничодобувного виробництва мають місце такі два види собівартості: *Планова собівартість залізородної продукції* в цілому по підприємству $C_{пр}$, яка визначається у річному плані розвитку

гірничих робіт за критерієм необхідної прибутковості виробництва; *Прогнозна собівартість видобутої рудної маси*, яка визначається у проектах розробки запасу руди кожної виїмкової одиниці з їх специфічними гірничотехнічними і економічними умовами.

Специфіка цих показників полягає у тому, що планова собівартість залізорудної продукції представляє обмежуючий фактор для прогнозної собівартості видобутої рудної маси. Це обумовлюється такою ситуацією – у вкрай складних геологічних і гірничотехнічних підземних умовах виймання запасу кожної виїмкової одиниці, які є унікальними, проектувальник повинен прийняти оптимальні рішення з виймання руди для кожного технологічного процесу.

На даний час в практиці гірничодобувного виробництва розроблено багато варіантів рішень з виконання всіх складових технологічних процесів очисного виймання [13, с. 263]. Всі вони мають певну технологічну і технічну специфіку. За особливостями конкретних умов розробки вона може призводити до різних технічних і економічних результатів очисного виймання (за обсягом видобутку рудної маси, продуктивністю очисного виймання, крупністю кусків рудної маси, виходом негабариту, необхідними видами виробничих ресурсів, обсягами їх витрат, витратами фінансових коштів, собівартістю рудної маси). Ці результати залежить від вибраної технології очисного виймання, засобів його здійснення, параметрів і організації робіт. Крім того, вибрані рішення для різних технологічних процесів, повинні бути ще й узгодженими за режимами роботи. Все це впливає на величину собівартості видобутої рудної маси S_{pm} , а вона з урахуванням прогнозованого обсягу видобутої маси Q_{pm} визначає величину загальних фінансових витрат $Z_{ov} = S_{pm} Q_{pm}$.

Для забезпечення мінімальної величини параметра S_{pm} у проєкті виїмкової одиниці здійснюється пошук оптимальних рішень і їх комбінацій з виконання процесу очисного виймання. Цей пошук реалізується методами

варіаційного економіко-математичного моделювання [14, с. 82]. Однак, навіть вибір таких оптимальних рішень зовсім не означає, що вони будуть і прийнятними для економічних умов відпрацювання запасу конкретної виїмкової одиниці. Це обумовлене тим, що навіть мінімальне значення показника S_{pm} визначене таким чином може перевищувати величину S'_{pm} , яка розраховується з зовсім інших критеріїв. Ураховуючи те, що $Z'_{ov} = S'_{pm} Q_{pm}$, то відповідно і обсяг вкладання фінансових коштів у очисне виймання Z_{ov} кожного добувного блока є також обмеженим ($Z_{ov} \leq Z'_{ov}$).

Описана ситуація потребує, або списання запасу даної виїмкової одиниці (що дозволено законом про надра [15]), або пошуку інших більш кардинальних рішень зі зміною характеристик відпрацювання запасу конкретної виїмкової одиниці за іншими схемами розкриття, підготовки, системи розробки тощо, щоб усунути таку ситуацію.

Таким чином, величини показника S'_{pm} і Z'_{ov} є важливими для виконання очисного виймання і оцінки його економічної ефективності і всі комплекси рішень з виконання процесу очисного виймання обов'язково повинні перевірятись за їх величинами.

Крім того, важливим критерієм оцінки економічної ефективності очисного виймання є і те наскільки величина S_{pm} , а відповідно і Z_{ov} будуть відрізнятись від обмежень S'_{pm} та Z'_{ov} при різних варіантах рішень. Це визначає доцільність пропонованого авторами ще одного показника ефективності очисного виймання *Індекс економічної варіабельності*, який відображає ступінь відхилення прогностичної собівартості видобутої рудної маси від величини економічно обґрунтованої межі собівартості товарного залізородного продукту за вилученням питомих фінансових витрат на виконання процесу рудопідготовки S_{pn}

$$I_B = \frac{S_{pm}}{S'_{pm} - S_{pn}} = \frac{S_{pm} Q_{pm}}{S'_{pm} Q_{pm} - Z_{pn}} = \frac{Z_{pm}}{Z'_{pm} - Z_{pn}}. \quad (3)$$

Зауважимо, що величина параметра Z_{pn} залежить від обсягу видобутої рудної маси і від ступені засмічення руди пустими породами, які формуються при виконанні очисного виймання, але вона не характеризує сам процес очисного виймання. Крім того, поняття пусті породи є умовним, фактично це породи, які містять метал, але його концентрація менша за промисловий вміст металу [16, с. 422]. В процесі рудопідготовки мінерали, які містять метал також вилучаються у товарний залізорудний продукт і ступінь їх вилучення необхідно враховувати при визначенні обсягу виробництва товарного залізорудного продукту, визначенні величин Z_{pn} і S_{pn} .

Тепер зупинимось на тому як можна визначити величину S'_{pm} . Це можна зробити, виходячи з величини планової собівартості залізорудної продукції, як результату функціонування ВЕС, тобто виконання кожного процесу, що складають структуру ВЕС, серед яких своє вагоме місце займає і процес очисного виймання руди (рис. 1).

Всі процеси ВЕС виконуються у різні періоди розробки з достатньо значною розбіжністю у часі та різницею за обсягами фінансових витрат, які необхідні для забезпечення їх виконання. У виконання кожного з них вкладаються певні фінансові кошти, які поступово, по мірі послідовного виконання процесів, призводять до зростання суми коштів, яка вкладається у розробку в цілому і формує величину параметра Z_{zn} .

Саме тут і виникає проблема з необхідності визначення допустимої величини обсягу фінансових затрат Z_{ov} на очисне виймання руди у кожній виїмковій одиниці, з її специфічними гірничотехнічними умовами. Розрахунок цієї ефективності ускладнюється тим, що вона визначається не тільки обсягом фінансових коштів, вкладених у його виконання, а також характеристиками рудної маси. Ці характеристики при різних рішеннях з очисного виймання у одних і тих умовах можуть мати значні розбіжності.

За цим розрахувати величину собівартості видобутої руди і обсяг необхідних фінансових витрат на розробку можна розрахувати так

$$S_{\text{тпл}} = \frac{Z_{\text{пл}}}{Q_{\text{трпл}}} = \frac{Z_I + Z_{II} + Z_{III} + Z_{IV} + Z_V + Z_{VI} + Z_{VII}}{Q_{\text{трпл}}}$$

$$S_{\text{рм}} = \frac{S_{Vб}}{Q_{\text{рм}}} = \frac{Z_{бур} + Z_{вз} + Z_{пр} + Z_{вп} + Z_{д}}{Q_{\text{рм}}}$$

$$Z_V = \frac{Z_{Vб}}{Q_{\text{рм}}} = \frac{S_{\text{тпл}} Q_{\text{трпл}}}{Z_I + Z_{II} + Z_{III} + Z_{IV} + Z_V + Z_{VI} + Z_{VII}}, \quad Z_V \geq Z_{Vб},$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{Z_{Vб}}{Q_{\text{рм}} K_{\text{врм}}} = \frac{S_{\text{рм}}}{K_{\text{врм}}}$$

$$S_{\text{трв}} \leq S_{\text{тпл}}; \quad Z_{Vб} = S_{\text{рм}} Q_{\text{рм}} \leq Z_V. \quad (4)$$

де $S_{\text{мл}}$ – планова собівартість товарного залізородного продукту, визначена за річним планом розвитку гірничих робіт на підприємстві, грн/т; $S_{\text{прв}}$ – собівартість товарної залізородної продукції, яка планується до отримання за проектом на виймання руди конкретної виїмкової одиниці, і яка повинна бути $S_{\text{пр}} \leq C'_{\text{пр}}$, грн/т; $S_{\text{рм}}$ – прогнозна собівартість видобутої рудної маси з блока/панелі, грн/т; $Q_{\text{трпл}}$ – запланований обсяг виготовлення і реалізації товарної залізородної продукції, відповідно до річного плану розвитку гірничих робіт, тис.т; $Q_{\text{рм}}$ – обсяг товарної залізородної продукції, отримання якого планується за проектом на виймання руди конкретної виїмкової одиниці, грн/т; Z_{I-VII} – планові значення статей фінансових витрат на виконання робіт з видобутку руди за річним планом розвитку гірничих робіт, за етапами розробки, наведеними на рис. 1, тис.грн/т; Z_V – обсяг фінансових витрат на виконання процесу очисного виймання за річним планом розвитку гірничих робіт, тис.грн; $Z_{Vб}$ – обсяг фінансових витрат на виконання процесу очисного виймання за проектом на виймання руди конкретної виїмкової одиниці, тис.грн; $Z_{бур}, Z_{вз}, Z_{пр}, Z_{вп}, Z_{д}$ – обсяг фінансових витрат на виконання технологічних процесів очисного виймання, тис.грн.

Для забезпечення розрахованих таким чином величини $S_{\text{пр}}$ і $S_{\text{прв}}$ при підготовці проекту на виймання запасу руди конкретної виїмкової одиниці

необхідно вибрати оптимальні проектні рішення за всім комплексом технологічних процесів очисного виймання. Ці рішення представляють основу збалансування фінансових витрат на очисне виймання і є елементом їх збалансування для забезпечення оптимального функціонування всієї ВЕС.

Таким чином, описані положення системи оцінки економічної ефективності очисного виймання руди надають можливість коректно встановити наскільки управлінські рішення з його здійснення є результативними і економічно ефективними.

На основі викладених базових положень авторами на даний час розробляється комп'ютерна система економіко-математичного моделювання процесу очисного виймання руди для її використання у проектній діяльності і здійсненні виробничого процесу на підземних гірничодобувних підприємствах.

Висновки. На основі викладеного матеріалу можна зробити такі висновки:

1. Однією з актуальних проблем, яка стоїть перед залізородною гірничодобувною промисловістю України є необхідність організації оптимального управління виробничим процесом з видобутку руди і виробництві товарних видів залізородної продукції.

2. Важливим аспектом у вирішенні цієї проблеми є коректна оцінка економічної ефективності управлінських рішень, які приймаються на стадії проектування технологічного процесу очисного виймання руди, як базової складової виробничого процесу, і його реалізації на практиці. На даний час методи такої оцінки є не задовільними, адже вони не показують фактичної ефективності цього процесу в результаті того, що в основу цієї системи покладений показник, який не враховує економічні характеристики запасу руди.

3. Авторам розроблена система оцінки економічної ефективності

очисного виймання руди, яка дозволяє коректно виконати таку оцінку для рішень з управління цим процесом і виробничим процесом на гірничодобувному підприємстві в цілому.

4. В основу цієї системи покладений показник Повноти використання економічного потенціалу запасу руди. Цей показник розраховується на основі визначення відношення між економічним потенціалом, який має запас руди до цінності виготовленого з нього товарного залізорудного продукту.

5. Другим важливим показником є Індекс економічної варіабельності, який відображає ступінь відхилення прогнозної собівартості видобутої рудної маси від величини економічно обґрунтованої межі собівартості товарного залізорудного продукту за вилученням питомих фінансових витрат на виконання рудопідготовки.

6. Авторами розроблена методика розрахунку параметрів розробки, за якими можна визначити величини всіх параметрів, необхідних для розрахунку вище вказаних показників.

7. На даний час за описаними положеннями авторами комп'ютерна система для виконання економіко-математичного моделювання процесу очисного виймання руди для її застосування у практиці залізорудних підприємств України.

Література

1. Management_Theory_and_Practice. URL: https://www.academia.edu/35164607/Management_Theory_and_Practice
2. Закон України про об'єкти підвищеної небезпечності [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>
3. МНС України. Про затвердження Методичних рекомендацій з охорони надр при розробці родовищ корисних копалин [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1268735-12#Text>

4. Шаповал В.А. Економіка гірничого підприємства: навч. посіб. / В.А. Шаповал, О.В. Горпинич. Д. : НГУ, 2017. 204 с.
5. Введення в теорію оптимального управління [Електронний ресурс]. URL: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/>
6. Плеханов В.К. Инструкция по определению, учету, экономической оценке и нормированию потерь железной руды при подземной разработке месторождений Криворожского бассейна. Кривой Рог : НИГРИ, 1979. 136 с.
7. Шацька З. Я. Шляхи підвищення ефективності діяльності підприємств гірничодобувної промисловості в сучасних умовах / З. Я. Шацька, Т. Д. Ганзюк // Причорноморські економічні студії. 2016. Вип. 10. С. 158-161.
8. Гірничий закон України. Відомості Верховної Ради України, 1999. № 50. Ст. 433. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1127-14#Text>
9. Головне управління Держпраці у Дніпропетровській області. [Електронний ресурс]. URL: <https://dp.dsp.gov.ua/>
10. Инструкция по нормированию, прогнозированию и учету показателей извлечения руды из недр при подземной разработке железорудных месторождений / Азарян А.А., Колосов В.А., Моргун А.В., Плеханов В.К., Попов С.О. Кривой Рог : Минерал, 2005. 135 с.
11. Попов С.О. Методические основы нормирования показателей извлечения железных руд по критериям технико-экономической эффективности эксплуатации недр / Науковий вісник Національного гірничого університету. Дніпропетровськ : НГУ, 2004. №10. С. 22-25.
12. Попов С.О., Капланець М.Е., Чередниченко О.Є., Коцюрuba Ю.Г., Кучерявенко І.А. Методичні рекомендації з підготовки проектів нарізних і очисних робіт у виїмкових одиницях при підземному видобутку залізних руд та визначенню його економічних

- характеристик. Кривий Ріг : КТУ, 2007. 38 с.
13. Хоменко О.Є., Кононенко М.М., Савченко М.В. Технологія підземної розробки рудних родовищ. Дніпро : НТУ «ДП», 2018. 450 с
14. Основи автоматизованого проектування підземних рудників / І.А. Кученявенко, В.О. Колосов, М.В. Назаренко, С.О. Попов. Видавничий центр КНУ, 2015. 353 с.
15. Кодекс України про надра [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94>.
16. Михайлов В.А., Курило М.М. Базові поняття економічної геології. К. : ВПЦ «Київський університет», 2014. 527 с.

References

1. Management_Theory_and_Practice. URL: https://www.academia.edu/35164607/Management_Theory_and_Practice
2. Law of Ukraine on objects of increased danger [Electronic resource]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>
3. Ministry of Emergencies of Ukraine. On approval of Methodical recommendations for protecting resources in mining mineral deposits [Electronic resource]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1268735-12#Text>
4. Shapoval V.A. Economy of mining enterprise: textbook / V.A. Shapoval, O.V. Horpynych. D. : NSU, 2017. 204 pp.
5. Introduction to the theory of optimal management [Electronic resource]. URL: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/>
6. Plekhanov V.K. Instruction on determination, accounting, economic evaluation and normalization of iron ore losses at underground mineral mining of Krivoy Rog iron ore basin. Krivoy Rog : NIGRI, 1979. 136 pp.
7. Shatska Z. Ways to improve efficiency of mining enterprises in modern conditions / Z.Ya. Shatska, T. D. Hanzhuk // Black Sea Economic Studies.

2016. Issue 10. pp. 158–161.
8. Mining Law of Ukraine. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 1999. No 50. P. 433 [Electronic resource]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1127-14#Text>
 9. Main Department of the State Labor Service in Dnipropetrovsk oblast. [Electronic resource]. URL: <https://dp.dsp.gov.ua/>
 10. Instruction on normalization, forecasting and accounting of ore mining indices at iron ore underground mining / Azaryan A.A., Kolosov V.A., Morgun A.V., Plekhanov V.K., Popov S.O. Kryvoy Rog : Mineral, 2005. 135 p.
 11. Popov S.O. Methodical bases of normalization of iron ore production indices according to the criteria of technical and economic efficiency of deposit mining / Scientific Bulletin of the National Mining University. Dnipropetrovsk : NSU, 2004. №10. pp. 22-25.
 12. Popov S.O., Kaplanets M.E., Cherednychenko O.E., Kotsiuruba Yu.H., Kucheriavenko I.A. Methodical recommendations for designing preparatory and stoping operations in stopes at iron ore underground mining and determining its economic characteristics. Kryvyi Rih : KTU, 2007. 38 p.
 13. Khomenko O.E., Kononenko M.M., Savchenko M.V. Technology of underground mining of ore deposits. Dnipro: NTU "DP", 2018. 450 p.
 14. Fundamentals of computer-aided design of underground mines / I.A. Kucheniavenko, V.O. Kolosov, M.V. Nazarenko, S.O. Popov. KNU Publishing Center, 2015. 353 p.
 15. Subsoil Code of Ukraine [Electronic resource]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94>
 16. Mikhailov V.A., Kurylo M.M. Basic concepts of economic geology. K. : VPTs "Kyiv University", 2014. 527 p.