

УДК 622.22.553.4:519.85

<https://doi.org/10.37101/ftpgp22.01.011>

ДЕРЖАВНА ПІДТРИМКА СТАБІЛЬНОСТІ У ВУГЛЕПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНАХ ДОНБАСУ

О.Р. Мамайкін^{1*}, В.М. Почепов¹, Л.Я. Фомичова¹, Ю.І. Демченко¹,
В.І. Сулаєв¹, В.В. Лапко¹

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро,
Україна

*Відповідальний автор: e-mail: alex.mamaikin80@gmail.com

STATE SUPPORT OF STABILITY IN COAL-DONBAS REGIONS

O.R. Mamaikin^{1*}, V.M. Pochepov¹, L.Ya. Fomychova¹, Yu.I. Demchenko¹,
V.I. Sylayev¹, V.V. Lapko¹

¹Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

* Corresponding author: e-mail: alex.mamaikin80@gmail.com

ABSTRACT

Purpose. To develop a new approach to feasibility assessment mechanism of supporting production facilities of loss-making mines in Donetsk and Dnipropetrovsk regions.

Methods. To solve the objective set, a complex approach was used including assessment of enterprise investment attractiveness, determination of production potential, definition of the ability to switch to a break-even mode. The process for planning ways to save the industrial potential of coal-mining regions may be considered as the reflection of multidimensional space (initial and design values) into the one-dimensional (amount of investment money).

Findings. It has been established that on the stage of building a model for managing mine unprofitability decrease processes, it is necessary to overview 8-10 factorial features, which may determine the formation of economic potential, taking into consideration peculiarities of remaining deposit bedding and their quality, as integral assessment of mine potential in terms of (state and non-state) investment perception. The objective set comes down to selection of the minimum number of factors, which would the most adequately reflect the mine internal potential expressed by economic value added – as a consequence of interaction of factors of coal mine economic activities in specific mining, geological and technological conditions.

Originality. The academic novelty is that as a complex component of the state of the loss-making mine, it is reasonable to use an indicator of economic reliability, which synthesizes the capacity of links, economic level of technical and economic indicators and the amount of remaining deposits. The latter determine the residual life of the mine, physical content of the proposed indicators is not identical, and it

is this fact, which allows for their joint use to obtain a more complete estimate than when using any single indicator.

Practical implications. Practical significance includes actual assessment of the state of Donbass coal enterprises and determination of marginal break-even indicators, which allowed for the formation of recommendations for attracting financial resources.

Keywords: coal mines, coal-mining region, break-even, modeling, diversification, potential, reserves

1. ВСТУП

Військові дії у східних регіонах країни, вносять свої корективи до рівня витрат на відновлення Донбасу в цілому і вугільної галузі зокрема. Уряд оцінює збитки в кілька мільярдів гривень, причому ступінь руйнувань продовжує зростати. Євросоюз має намір направити в Україну спеціальну місію для інвентаризації та оцінки збитків та надання можливої допомоги. Очевидно, що в загальні плани з повернення до життя сходу України, очевидно, повинні бути вписані заходи з відновлення вугільної галузі [1, 2, 3]. Здійснення відновлення роботи підприємств Донбасу і, насамперед, вугільної промисловості передбачає вирішення питань соціального характеру, які обумовлені:

по-перше, значною часткою соціальних витрат у загальному обсязі витрат на відновлення пошкоджених війною державних шахт;

по-друге, великою різницею між фактичним фінансуванням та потребами галузі щодо підтримки кожної тонни виробничої потужності;

по-третє, негативним впливом минулої реструктуризації на соціально-економічне становище шахтарських монопромислових міст, що проявляється у зростанні рівня безробіття, зниженні промислового виробництва та низькому рівні доходів населення цих міст.

Сьогодні в Україні – 450 міст, 344 з них відносяться до категорії малих: їх населення становить менше 50 тис. мешканців. У цілому в них проживає близько 6,5 млн. людей, або ж 13,5% усього населення країни. І тільки 7% малих міст почуваються більш-менш комфортними. Всі інші належать до так званих депресивних, оскільки вони належать до категорії монофункціональних населених пунктів, життя яких забезпечували одне-два промислових підприємства. Якщо звернутися до конкретики, то головними проблемами, які хвилюють громадян Шахтарська, Дзержинська, Українська, Тореза, Сніжного і багатьох інших, є низькі доходи (50,3% опитаних) та безробіття [4].

Робота як і раніше залишається одним з основних невирішених питань у Донбасі. Якщо вирішити його, можливо, вдалося б уникнути багатьох інших проблем. Так, на запитання про те, чого містам не вистачає найбільше для поліпшення умов життя людей, переважна більшість опитаних (48,6%) вказало, що їм не вистачає фінансових ресурсів для соціальної підтримки, а також інвестицій в економіку міста (22%). Сьогодні до депресивних територій віднесені населені пункти, в яких з 1996 року були ліквідовані або ліквідуються вугледобувні та вуглепереробні підприємства. Яскравим прикладом

подібної території в Донецькій області може служити місто Сніжне, де на зорі незалежності працювали сім шахт. Сьогодні працює лише одна, а безробіття сягає 75 відсотків. Така ж ситуація склалася у місті Торез, де з 13 шахт працюють тільки три, та і вони були зупинені після пошкоджень військовими діями [5].

Таким чином, державна підтримка вуглепромислових регіонів Донбасу, де більшість населення пов'язана з роботою вугільних шахт, буде зводиться до досягнення повної зайнятості населення. Причому, через нехватку бюджетних коштів потрібне саме адресне інвестування [6, 7], тобто вибір відповідного регіону, оцінка ступеню його занедбання, а також перспективності шахтного фонду [8, 9] з точки зору якості запасів вугілля [10].

Інноваційним аспектам економіки України та зокрема паливно-енергетичного комплексу присвячені роботи О.І. Амоші [11], В.Г. Гріньова [12], Д.Ю. Череватського [13], П.В. Череповського [14], А.О. Хорольського [15]. При цьому, у роботах [12, 14] було розроблено практичні рекомендації, щодо обґрунтування раціонального рівня виробництва для збиткових шахт Центрального району Донбасу, а також визначено ступінь інтенсивності використання фіксованих потужностей. Окрім цього, наведені підходи дозволяють не тільки розробляти рекомендації, але і робити довгострокові прогнози. Тому, для стабілізації стану галузі необхідно провести аналіз балансу між трудовими ресурсами, залученим капіталом та кінцевим рівнем видобутку – застосування існуючих загальноприйнятих у світовій економіці критеріїв дозволяють вирішувати проблеми ефективного освоєння родовищ корисних копалин. Логіка даних припущень пояснюється наявністю області раціонального проектування [12], тобто незалежно від гірничо-геологічних умов родовища та існуючих техніко-економічних показників існує завжди набір параметрів, які дозволяють вийти на беззбитковий рівень, тобто обрати раціональний формат життєдіяльності [15].

За кордоном питанням інноваційних перспектив освоєння вугільних родовищ присвячені дослідження Nieć M. [16], С. Curnek [17], M. Krzak [18], В. Balusa [19], Р. Li [20], М. Beaulieu [21]. Зокрема в роботі [16] зазначено, що для підвищення ефективності виробництва необхідно збалансувати потоки вхідних та вихідних ресурсів в залежності від сценарію виробництва. На основі ретроспективного аналізу стану галузі [22] авторами зроблено припущення, що наразі без залучення інвестицій галузь неможливо вивести із кризового стану. При цьому подальше зволікання призведе до стагнації, переходу від «стабільного занепаду» до неконтрольованого згортання виробничих потужностей, тому необхідно розробити механізми оцінки доцільності підтримки вугільних шахт [23].

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою даної роботи є узагальнення і розвиток науково-методичних основ, розробка інструментарію і алгоритму щодо моделювання взаємовпливу рівня життя населення вуглепромислових регіонів та стабільністю роботи шахт та теплоелектростанцій. Для відновлення інфраструктури у вуглепромислових регіонах необхідно розробити наукові основи забезпечення стабі-

лізації та нарощування промислового потенціалу шляхом формування стійких зв'язків між шахтами та суміжними підприємствами, для цього необхідно:

- описати зв'язки між шахтами, збагачувальними фабриками, електростанціями – для цього можуть бути застосовані матриці інцидентів;
- розділити сукупність зв'язків на ієрархії, тобто замінити позитивний зворотній зв'язок (чим більше видобуток – тим більше потрібно електроенергії) на два негативних послідовних (чим більше шахта видобуває вугілля, тим менше її невикористана потужність і чим менше невикористана потужність шахти, тим більше їй потрібно електроенергії) – тобто застосувати метод декомпозиції.

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Припустимо, що група взаємопов'язаних підприємств характеризується деяким об'ємом товарної вугільної продукції, і ця продукція може вироблятися тільки на певній кількості підприємств. Відомо, що нормативи витрат на одиницю продукції змінюються в залежності від обсягу її виробництва. Однак на збиткових вугільних підприємствах, оснащених ненадійним очисним обладнанням,

виробничі витрати при прийнятій технології і інтенсивності, як правило, помітно не змінюються в залежності від того, які саме комплекси машин і в якій кількості зайняті видобуванням вугілля [24]. Неодмінною умовою для виявлення різних напрямків підвищення ефективності вуглевидобутку і приросту потужності є кількісна оцінка стану окремих технологічних ланок, що визначають виробничу потужність шахти. Оцінка може здійснюватися за допомогою сукупності наведених показників, причому питомі показники можуть бути розраховані як на одиницю видобутих запасів, так і на одиницю річного обсягу видобутку вугілля. При цьому справедливо співвідношення:

$$P_{jz} = \frac{\sum P_{jz}}{Z} = \frac{\sum P_{jDt} D_t}{\sum D_t},$$

$$P_{jDt} = \frac{P_{jt}}{D_t},$$

де P_{jz} – j -й питомий показник в розрахунку на одиницю запасів; P_{jt} – j -й абсолютний показник в t -му році роботи шахти; Z – запаси, які добуваються за весь термін служби шахти (горизонту); P_{jDt} – j -й питомий показник в розрахунку на одиницю видобутку в t -му році; D_t – обсяг видобутку вугілля в шахті (горизонту) в t -му році.

У той же час для того, щоб виключити з розгляду якомога більше число проміжних виробничих стадій, зручно виразити витрати предметів праці, які надходять на підприємство ззовні, і витрати первинних ресурсів через лій-

ну функцію кінцевого («товарного») випуску цього підприємства. Для цього, крім лінійної залежності витрат від обсягу видобутку (переробки) на всіх стадіях, необхідно, щоб підприємство не отримувало з боку продукцію, яку воно може виробляти само [24]. Тому в умови побудови моделі доцільно ввести в розгляд поряд з поняттям підприємство поняття виробничої одиниці. Під нею розуміється підприємство, група ділянок, для яких можна вважати здійсними такі умови:

1) якщо виробнича одиниця може випускати продукцію даного виду, то вона не отримує її ззовні;

2) технологічні нормативи витрат на одиницю продукції даного виду не змінюються в залежності від зміни обсягу виробництва або розподілу цієї продукції по обладнанню виробничої одиниці. За змістом даного визначення підприємство, на якому, наприклад, будь-яка наступна стадія виробництва може бути забезпечена сировиною з попередньої стадії лише частково, а недолік покривається ввезенням з боку, не може вважатися виробничою одиницею, а є їх сукупністю.

У такому визначенні виробничої одиниці полягає одна з відмінностей постановки справжньої завдання від внутрівиробничих задач лінійного програмування на найкраще використання обладнання. Без введення цього поняття пропонується задача перетворилася б в задачу спеціалізації для окремих шахт або ділянок шахтних полів даної групи підприємств. Невідомими такої задачі, пов'язаними безпосередньо з окремими виробничими одиницями, є кількість продукції *i*-го виду, вироблене для поставки в інші регіони країни.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Стосовно до ситуації відновлення порушеної війною соціальної стабільності та потенціалу вуглепромислових регіонів Донбасу слід розглянути багатостадійну розподільну задачу. Сутність задачі така: необхідно до кінця планового періоду в просторово роз'єднаних пунктах певного регіону відновити підприємства, які розглядаються як джерела енергоносіїв і як споживачі електроенергії. Відомі можливі варіанти відновлення потенціалу шахт, а також відома максимально можлива їх потужність.

Введемо такі позначення. X_{ij}^{2j} – обсяг поставок вугілля *i*-ї шахти на *j*-у електростанцію; X_{2j}^s – відпуск електроенергії з *j*-ї електростанції; *s*-му споживачеві; X_{2j}^{li} – невикористана потужність *l*_{*i*}-ї шахти; f_1 – витрати на виробництво 1 тис. т вугілля на *i*-й шахті; f_2 – витрати на виробництво 1 млн. кВт-г електроенергії *j*-ї електростанції; u_i – витрати на транспортування 1 т вугілля від *i*-ї шахти до *j*-ї електростанції; λ_i – втрати електроенергії і витрати її передачі від *j*-ї електростанції до *s*-го споживача; M_i, M_j, M_{2i} – максимально можлива потужність відповідно шахт, електростанцій і збагачувальних фабрик; D_s – попит *s*-го споживача; γ_i – потреба *i*-ї шахти в електроенергії; l_{1i}, l_{2i} – відповідно продуктивність праці на *i*-й шахті і збагачувальній фабриці; L_R – чисельність працездатного населення регіону.

Задача описується наступною системою співвідношень.

Мінімізувати за умов:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_2} [f^{li} + u_{li}^{2j} + \lambda_{li}^{2j}] X_{li}^{2j} + \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{s=1}^{n_3} u_{2j}^s + \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{i=1}^m u_{2j}^{li} X_{2j}^{li} = \min \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} X_{li}^{2j} + X_{li} = M_{li} \quad \sum_{i=1}^m \lambda_{li}^{2j} X_{li}^{2j} + X_{2j} = M_{2j} \quad (2)$$

$$\sum_{s=1}^{n_3} X_{2j}^s + \sum_{i=1}^m X_{2j}^{li} + X_{2j} = M_{2j} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} \lambda_{2j}^s X_{2j}^s = D_s \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} \lambda_{2j}^s X_{2j}^s = D_s \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} \lambda_{2j}^{li} X_{2j}^{li} = \gamma_i \sum_{j=1}^{n_2} X_{li}^{2j} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m \frac{M_{li}}{l_i} + \sum_{i=1}^{n_2} \frac{M_{2i}}{l_{2i}} \leq L_R \quad (7)$$

Побудована на основі моделі (1) – (7) матриця (рис. 1) дозволяє сформулювати ряд важливих принципів стабілізації ситуації в конкретному регіоні. Суть цих принципів полягає в заміні позитивного зворотного зв'язку (чим більше шахта видобуває вугілля, тим більше їй необхідно електроенергії) двома негативними послідовними зв'язками (чим більше шахта видобуває вугілля, тим менше їй невикористовувана потужність і чим менше невикористовувана потужність шахти, тим більше їй потрібно електроенергії).

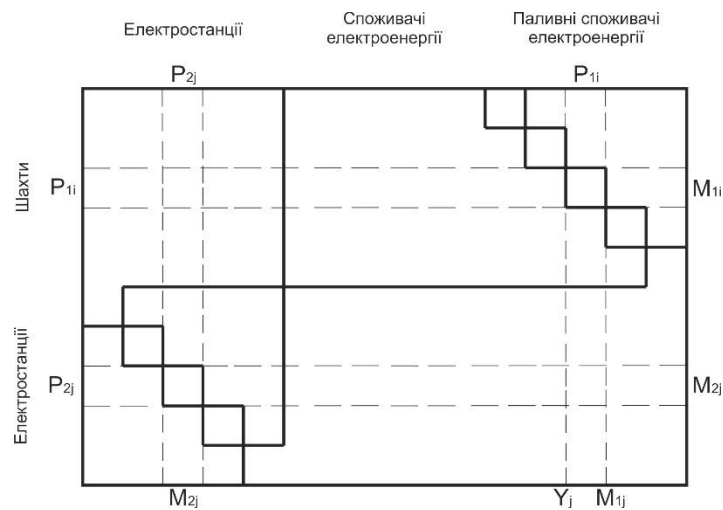


Рисунок 1. Матриця інцидентій «шахти-електростанцій» [25]

На рис. 2. розглянуто більш складний випадок, коли в схему включені поряд з шахтами збагачувальні фабрики, які забезпечуються електроенергією з цих же електростанцій. Невикористовувана потужність цих фабрик повинна зіграти тут вже подвійну роль: по-перше, забезпечити відповідність між кількістю незбагаченого вугілля, що надходить на фабрику, і збагаченого вугілля, що відвантажується з фабрики; по-друге, відобразити дійсну потребу фабрики в енергії.

Рішення такого типу розподільчих задач з додатковими обмеженнями виду $X_i = X_2$, як правило, здійснюється блоковими методами.

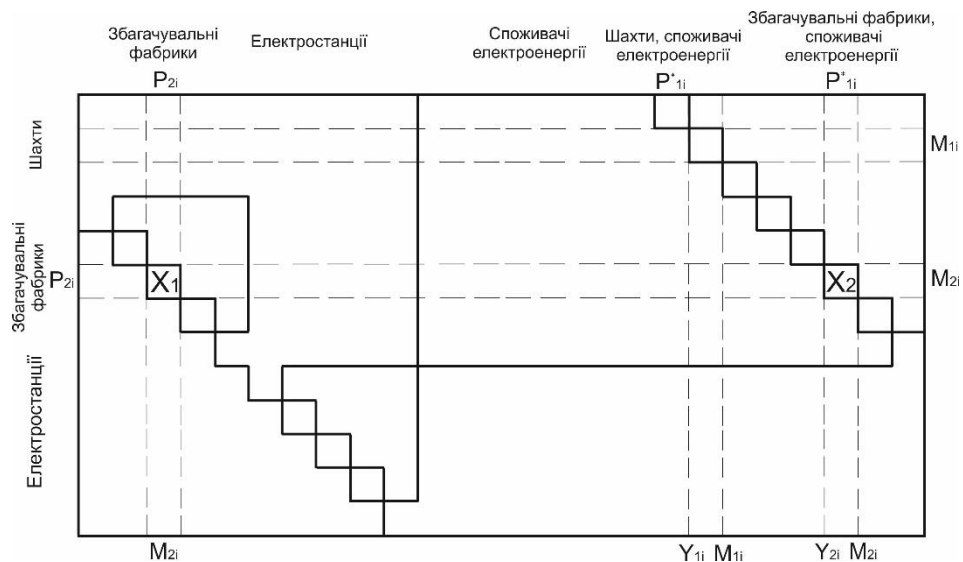


Рисунок 2. Матриця інциденцій «шахти-збагачувальні фабрики-електростанції» [25]

Найпростішим способом визначення показників трансформації (у даному випадку це приріст потужності в залежності від рівня інвестиційних коштів) може з'явитися виявлення однорідних груп шахт і визначення для них витрат на приріст кожної тонни виробничої потужності, виходячи із залежності капітальних вкладень від гірничо-геологічних чинників, що впливають на них. Проте, внаслідок дуже складного і сумісного впливу природних чинників на капітальні вкладення при реструктуризації шахт дати кількісну оцінку впливу кожного з них в чистому вигляді практично неможливо. Це в свою чергу не дає можливості за великої різноманітності природних умов родовищ і окремих ділянок скласти однорідні групи.

Аналіз кошторисної вартості модернізації шахт різної потужності на одній і тій же гірничо-геологічній ділянці дозволив встановити, що відповідні інвестиції умовно можна розділити на три частини: що змінюються прямо пропорційно потужності шахт; що змінюються, але з деяким відставанням від зростання потужності і практично не залежні від потужності шахти. При цьому від потужності шахти залежать витрати на удосконалення загальношахтних ланок. Вказані принципи модернізації можна виразити функцією $\phi_i(X) = 1, n - 1$, яка визначає максимальний приріст потужності шахт за

відповідних розподілів X інвестицій між i шахтами. Тому значення функції $\varphi_n(X)$ обчислюється лише для значення $X = S$, оскільки обсяг інвестицій, що виділяються для всіх n шахт, рівний S .

Нами було досліджено вплив рівня інвестицій на приріст потужності. На основі моделювання вихідних даних було побудовано залежності зміни приросту продуктивності від залучених коштів для трьох державних шахт.

Таблиця 1. Вихідні дані динамічного моделювання приросту потужності шахт ДП «Державна вугільна компанія»

Обсяг інвестицій X_i (млн грн)	Приріст потужності шахт $f(X_i)$ в залежності від обсягу інвестицій		
	«Південно-донбаська» №3	«Південно-донбаська» №1	«Капітальна»
50	86,8	1,6	24,2
100	222,6	99,3	148,9
150	302,1	156,5	221,9
200	358,5	197,1	273,7
250	402,2	228,5	313,9
300	437,9	254,2	346,7
350	468,2	276,0	374,4
400	494,3	294,8	398,5
450	517,4	311,4	419,7
500	538,1	326,3	438,6
550	556,7	339,7	455,8
600	573,8	352,0	471,4

Нами пропонується спрощений підхід до визначення шляхів перерозподілу інвестицій в залежності від рівня економічної надійності шахт. Задача формулюється таким чином. Для збільшення обсягів видобутку вугілля шахтам виділені капіталовкладення в обсязі S млн грн. Використання i -м підприємством x_i млн грн з вказаних коштів забезпечує приріст видобутку, що визначається значенням нелінійної функції $f_i(X_i)$. Необхідно знайти розподіл капіталовкладень між шахтами, який забезпечуватиме максимальне збільшення випуску готової вугільної продукції. Таким чином, може бути узагальнені положення з точки зору моделювання напрямків реструктуризації шахт перед тим, як диверсифікація гірничодобувних регіонів стане процесом, що є добре спланованим і керованим у часі [26]. Доведено європейським досвідом, що поспішне, непродумане закриття замикаючих шахт не може бути визнане розумним, зважаючи на необхідність компенсації потужностей, які вибувають, імпортними енергоносіями [27, 28].

Рис. 3. свідчить про те, що кожне підприємство реагує на інвестиції у залежності від стану гірничого господарства, гірничо-геологічних умов залягання та технології відпрацювання запасів. Це пояснюється тим, що для кожного підприємства існує окремий рівень економічної надійності, який визначиться за формулою

$$K_{ent} = K_{mt} \times K_{et} + K_{ct}, \quad (8)$$

де K_{ent} – показник економічної надійності шахти в момент або за період t ; K_{mt} – коефіцієнт технологічної надійності на момент t ; K_{et} – коефіцієнт економічного рівня на момент t ; K_{ct} – показник рівня запасів, що залишилися в момент t .

Техніко-економічне значення показника економічної надійності полягає в тому, що він представляє комплексну оцінку шахти за сукупністю її технічного рівня і економічних результатів функціонування. Ця обставина має важливе практичне значення. Якщо визначити показники економічної надійності для шахт регіону, то можна отримати об'єктивну картину стану шахтного фонду. При цьому буде отримана кількісна оцінка, тому що часто використовуються тільки експертні суб'єктивні або емоційні оцінки. Наявність об'єктивних і комплексних оцінок дозволяє обґрунтовано підійти до вирішення питань черговості приватизації шахт.

Зокрема, шахта «Капітальна», що має показник економічної надійності вище за шахти «Південнодонбаська №3» та «Південнодонбаська №1» більше дієво забезпечує приріст потужності. На основі закономірностей, встановлених нами (рис. 3) та в залежності від рівня економічної надійності шахт, приступаємо до знаходження розв'язку задачі перерозподілу 600 млн грн, що передбачається планами розвитку ДП «Державна вугільна компанія» для завершення реконструкції шахт «Південнодонбаська №1», «Південнодонбаська №3» та «Капітальна», тобто до визначення спочатку умовно оптимальних, а потім і оптимальних розподілів інвестицій між підприємствами.

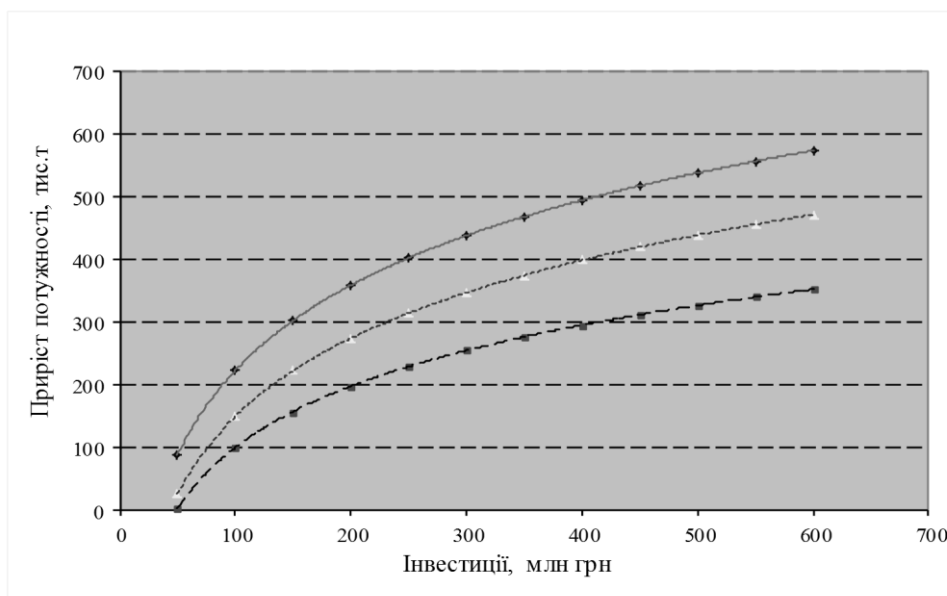


Рисунок 3. Приріст потужності шахт від обсягу інвестицій

За іншими варіантами реструктуризації шахти (шахт) сума капітальних вкладень на гірничі роботи визначається, виходячи з розрахованої величини капітальних вкладень на гірничі роботи у відсотках від потужності шахти. Обсяг капітальних вкладень на гірничі роботи у відсотках росте із збільшен-

ням потужності шахт, також необхідно враховувати ризики пов'язані із забрудненням навколишнього середовища. [29, 30, 31].

Таким чином, розв'язок даної задачі динамічного програмування доцільно починати з визначення оптимального рішення на останньому, n -м кроці, тобто для однієї шахти [32]. Для того, щоб знайти цей розв'язок, очевидно, потрібно зробити різні припущення про те як може закінчитися передостанній крок, і з урахуванням цього вибрати управління, що забезпечує максимальне значення функції $W_n(X^{(n-1)}, u_n)$. Таке управління, вибране при певних припущеннях про те, як закінчився попередній крок, називається умовно оптимальним управлінням. Отже, принцип оптимальності вимагає знаходити на кожному кроці умовно оптимальне управління для будь-якого з можливих результатів попереднього кроку [33].

Згідно з визначеним алгоритмом на першому кроці розглядаються можливості інвестування шахти «Південнодонбаська №1», а далі – розподіл коштів між шахтами «Південнодонбаська №3» і «Капітальна». Переходимо тепер до розрахунку значень використовуючи для цього відповідні дані попередніх розрахунків.

$$\varphi_3(X) = \max\{f_3(X_3) + \varphi_2(X - X_3)\}. \quad (9)$$

Розрахунки доводять, що максимальний приріст потужності цих трьох шахт може бути на рівні 829,2 тис. т на умовах розподілу інвестицій у пропорції 200 млн грн кожній шахті протягом періоду реконструкції тривалістю 6 років. У табл. 2 наведено дані про приріст потужності шахти «Капітальна».

Таблиця 2. Умовно-оптимальний обсяг інвестицій, для шахти «Капітальна»

Обсяг інвестицій X_i , (млн грн.)	Максимальний приріст $\varphi_2(X)$ потужності, тис. т	Умовно-оптимальний обсяг інвестицій, для шахти «Капітальна», млн. грн.
100	222,6	0
200	358,5	0
300	457,8	100
400	555,5	200
500	635,0	200
600	692,2	300

Виконані розрахунки оптимальних значень потужності шахт свідчать про потенційні можливості шахт Державної вугільної компанії (ДВК), які забезпечені значними запасами та мають достатньо високий рівень економічної надійності [34].

5. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Кращим показником розвитку того чи іншого регіону є рівень життя населення, яке проживає в ньому. Показник рівня життя – комплексний. Стрижнем його є рівень грошових доходів населення. Однак цей рівень та-

кож неоднорідний, оскільки включає доходи від виробничої і не виробничої діяльності. В кінцевому рахунку, вони зводяться до необхідності забезпечити всім членам суспільства певний рівень життя, не гірше, ніж в інших регіонах. Саме в цьому значенні слід говорити про рівномірний розвиток вуглепромислових регіонів. Ці вимоги реалізуються в організації виробництва кожного регіону, який є специфічним територіальним господарським комплексом. Це забезпечує максимально ефективний розвиток продуктивних сил в цілях найбільш повного задоволення потреб країни в готовій вугільній продукції, виробленої в регіоні, і як найповнішого задоволення місцевих потреб. Такі основні моменти планування економіки регіонів, відмінних монопродукцією – видобутком вугілля. В процесі виконання дослідження було встановлено, що рівень кінцевого прибутку залежить не тільки від рівня механізації, організації роботи на підприємстві, але і від якості освоєння запасів, які є на балансі. Для вирішення проблеми ефективного розподілу коштів між групами підприємств в рамках однієї юридичної особи слід застосувати комплексну оцінку за параметром «економічна надійність», що враховує якість освоєння запасів та рівень концентрації робіт. Встановлено, що найефективніший варіант трансформації шахт вуглепромислового регіону – це компенсації можливого зниження обсягів видобутку, необхідний їх приріст за рахунок додаткового навантаження найефективніших діючих шахт і, як правило, з меншими капітальними витратами.

6. ВИСНОВКИ

В процесі виконання дослідження нами встановлено, що механізм оцінки, щодо прийняття рішення про підтримку підприємства передбачає всебічну оцінку. На початковому етапі оцінюється не тільки потенціал підприємства у розрізі наявних запасів, стану гірничо-шахтного фонду, виробничих потужностей, але і залучення підприємства у суспільні відносини, також слід розглядати можливість диверсифікації для збиткових підприємств. Нами отримані наступні результати:

- встановлено, що лише одна шахта із розглянутих семи наразі має стійкі перспективи, при цьому для розгортання та відтворення проектних потужностей для шахти «Капітальна» необхідно залучити 1,5 млрд. грн, що більше за об'єми, що виділяються державою на підтримку усіх вугільних шахт, тому в найближчі роки ситуація у Донецькій області не покращиться, а навпаки почнеться процес неконтрольованого згортання виробничих потужностей;

- приріст продуктивності підприємства залежить від рівня залучених інвестицій, проте для кожного підприємства рівень відтворення продуктивності різний, це пояснюється рівнем не тільки залучених в даний момент коштів, але і існуючим станом підприємства, що виражається ступенем підготовки запасів до вилучення, протяжністю гірничих виробок, рівнем організації робіт – все це можна оцінити універсальним показником – економічна надійність підприємства;

- механізм оцінки вугільних підприємств полягає у проведенні аудиту виробничих потужностей, подальшому моделюванні віддачі від рівня залучених ресурсів, а також оцінці економічної надійності;
- зважаючи на те, що підприємства залучені не тільки у процес видобутку вугілля, але і в систему генерації енергії, металу подальші дослідження та висновки про доцільність існування підприємства слід приймати на основі комплексного аналізу зміни стану запасів при переході від вугілля до металу, або вугілля до електроенергії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хорольський, А.О., & Грінюв, В.Г., (2018). Проектування технологічних схем гірничого виробництва в умовах невизначеності. *Фізико-технічні проблеми горного виробництва*, (20), 132–146.
2. Гринев В.Г., & Хорольский А.А. (2017). Обоснование параметров выбора комплектаций очистного оборудования с учетом области рациональной эксплуатации. *Вести Донецького горного інститута*, 1(40), 139–144. <http://doi.org/10.31474/1999-981x-2017-1-139-144>
3. Shapoval, V. & Ashcheulova, A. (2012). *Ecologic Component of Social Responsibility of Business (Experience of Poland and Ukraine)*. Common Europe: Ukraine and Poland under Conditions of Globalization and European Integration, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, 183–193.
4. Salli, S., Mamaykin, O., & Smolnov, S. (2013). Inner potential of technological networks of coal mines. *Mining of Mineral Deposits*, 243–246.
5. Mamaikin, O., Sotskov, V., Demchenko, Y., & Prykhorchuk, O. (2018). Productive flows control in coal mines under the condition of diversification of production. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 60, p. 00008). EDP Sciences. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000008>
6. Salli, S., Pochepov, V., & Mamaykin, O. (2014). Theoretical aspects of the potential technological schemes evaluation and their susceptibility to innovations. In *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining* (pp. 491–496).
7. Mamaykin, O. R., Salli, S. V., Pochepov, V. M., & Ashcheulova, O. M. (2015). Complex assessment of the recovery ratio of unprofitable mines. *Mining of Mineral Deposits*, 9(1), 135–139.
8. Гринев, В.Г., Хорольский, А.А. (2018). Оптимизация параметров эксплуатации очистного оборудования. *Уголь Украины*. (9), 37–42.
9. Сынков, В.Г., Гринев, В.Г., & Хорольский, А.А. (2016). Оценка уровня взаимосвязи очистного оборудования в составе механизированного комплекса. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика, обчислювальна техніка*, (22), 124–132.
10. Hrinov, V. & Khorolskyi, A. (2018). Improving the Process of Coal Extraction Based on the Parameter Optimization of Mining Equipment. In *E3S Web of Conferences, Ukrainian School of Mining Engineering*. (Vol. 60. p. 00017). EDP Sciences. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000017>
11. Амоша, А.И., & Соломатина, Л.Н. (2017). Инновационное развитие промышленных предприятий в регионах: проблемы и перспективы, *Экономика Украины*, (3), 20–34.
12. Гринев, В.Г., & Хорольский, А.А. (2016). Обоснование рациональных параметров механизированной добычи угля на пластах пологого падения. *Фізико-технічні проблеми гірничого виробництва*, (18), 145–152.

13. Череватский, Д.Ю. (2018). Об экстернальной экономике угледобывающих гетерархий. *Экономика промышленности*, 4(84), 72–86.
14. Гринев, В.Г., Череповский, П.В., & Деуленко, А.И. (2015). *Инновационные перспективы эксплуатации угольных пластов крутого падения*. Днепр: Пороги. 180 с.
15. Хорольский, А.А., & Гринев, В.Г. (2018). Проектирование технологических схем очистного оборудования с использованием сетевых моделей: опыт и перспективы. *Горная механика и машиностроение*, (4), 12–21.
16. Nieć, M. (2009). Występowanie rud uranu i perspektywę ich poszukiwań w Polsce. *Polityka energetyczna*, (12), 435–451.
17. Zabierowski, J., Jaskowski, A., & Cyrnek, C. (1981). Methods for scientific investigations in programming in the mining industry. *Pr. Kom. Gorn. Geod. Gorn*, (21), 39–47.
18. Krzak, M. (2013). The Evaluation Of An Ore Deposit Development Prospect Through Application Of The " Games Against Nature" Approach. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*. 30(06), 1350029.
19. Balusa, B.C., Singam, J. (2018). Underground mining method selection using WPM and PROMETHEE. *Journal of the Institution of Engineers (India): Series D*, 99(1), 165–171.
20. Li, P. et al. (2011). Time series prediction of mining subsidence based on a SVM. *Mining Science and Technology (China)*. 21(4), 55–562.
21. Beaulieu, M., & Gamache, M. (2006). An enumeration algorithm for solving the fleet management problem in underground mines. *Computers & operations research*, 33(6), 1606–1624.
22. Хорольський, А.О., Грінюв, В.Г., & Мамайкін, О.Р. (2019). Інноваційні перспективи підземної експлуатації вугільних родовищ. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*, (83), 289–298. [http://doi.org/10.26642/tn-2019-1\(83\)-289-298](http://doi.org/10.26642/tn-2019-1(83)-289-298)
23. Хорольський, А.О. (2017). Технологічні аспекти експлуатації вугільних родовищ. In *Школа підземної розробки*, (99–100).
24. Fomyuchov, V., Mamaikin, O., Demchenko, Y., Prykhorchuk, O., & Jarosz, J. (2018). Analysis of the efficiency of geomechanical model of mine working based on computational and field studies. *Mining of Mineral Deposits*, 12(4), 46–55. <http://doi.org/10.15407/mining12.04.046>
25. Грінюв, В.Г., Хорольський, А.О., & Мамайкін, О.Р. (2019). Декомпозиційний підхід при побудові систем генерації енергії у вуглепромислових регіонах. *Вісті Донецького гірничого інституту*, (44), 116–126. <http://doi.org/10.31474/1999-981x-2019-1-116-126>
26. Грінюв, В.Г., Хорольський, А.О., & Мамайкін, О.Р. (2019). Оцінка стану та оптимізація параметрів технологічних схем вугільних шахт. *Вісник Криворізького національного університету*, (48), 31–37. <http://doi.org/10.31721/2306-5451-2019-1-48-31-37>
27. Хорольський, А.О., Грінюв, В.Г., Мамайкін, О.Р. (2019). Оптимізація стійкості функціонування підсистем очисного вибою. *Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва*, (23), 85–103. <http://doi.org/10.30929/2074-1537.2019.1.85-103>
28. Хорольський А.О., & Грінюв В.Г. (2017). Системні принципи та оціночний критерій надійності при оптимізації технологічних схем вугільних родовищ. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: «Технічні науки»*, 80(2), 199–207. [http://doi.org/10.26642/tn-2017-2\(80\)-225-233](http://doi.org/10.26642/tn-2017-2(80)-225-233).

29. Khomenko, O., Kononenko, M., & Myronova, I. (2017). Ecologic-and-technical aspects of iron-ore underground mining. *Mining of mineral deposits*, 11(2), 59–67. <https://doi.org/10.15407/mining11.02.059>
30. Khomenko, O., Kononenko, M., Myronova, I., & Sudakov, A. (2018). Increasing ecological safety during underground mining of iron-ore deposits. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (2), 29–38. <http://dx.doi.org/10.29202/nvngu/2018-2/3>
31. Khomenko, O., Kononenko, M., & Myronova, I. (2013). Blasting works technology to decrease an emission of harmful matters into the mine atmosphere. *Mining Of Mineral Deposits*, 231–235. <http://dx.doi.org/10.1201/b16354-43>
32. Грінюв, В.Г., Хорольський, А.О., & Каліущенко, О.П. (2019). Розроблення екологічних сценаріїв ефективного освоєння цінних родовищ корисних копалин. *Мінеральні ресурси України*, (2), 46–50.
33. Грінюв, В.Г., & Хорольський, А.О. (2019). Оптимальне проектування параметрів гірничозбагачувальних підприємств для раціонального освоєння цінних родовищ України. *Фізико-технічні проблеми горного виробництва*, (21), 128–145. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.008>
34. Petlovanyi, M.V., Lozynskiy, V.H., Saik, P.B., & Sai, K.S. (2018). Modern experience of low-coal seams underground mining in Ukraine. *International Journal of Mining Science and Technology*, 28(6), 917–923. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2018.05.014>

REFERENCES

1. Khorolskyi, A.O., & Hrinov, V.H., (2018). Proektuvannia tekhnolohichnykh skhem hirnychoho vyrobnytstva v umovakh nevyznachenosti. *Fyzyko-tekhnicheskyye problemy hornoho proyzvodstva*, (20), 132–146.
2. Hrynev V.H., & Khorolskyi A.A. (2017). Obosnovanye parametrov vybora komplektatsii ochysnoho oborudovaniya s uchetom oblasti ratsyonalnoi ekspluatatsyy. *Vesty Donetskoho hornoho instytuta*, 1(40), 139–144. <http://doi.org/10.31474/1999-981x-2017-1-139-144>
3. Shapoval, V. & Ashcheulova, A. (2012). *Ecologic Component of Social Responsibility of Business (Experience of Poland and Ukraine)*. Common Europe: Ukraine and Poland under Conditions of Globalization and European Integration, Wydawnictwo Wyzszej Szkoły Bankowej, 183–193.
4. Salli, S., Mamaykin, O., & Smolanov, S. (2013). Inner potential of technological networks of coal mines. *Mining of Mineral Deposits*, 243–246.
5. Mamaikin, O., Sotskov, V., Demchenko, Y., & Prykhorchuk, O. (2018). Productive flows control in coal mines under the condition of diversification of production. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 60, p. 00008). EDP Sciences. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000008>
6. Salli, S., Pochepov, V., & Mamaykin, O. (2014). Theoretical aspects of the potential technological schemes evaluation and their susceptibility to innovations. In *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining* (pp. 491–496).
7. Mamaikin, O. R., Salli, S. V., Pochepov, V. M., & Ashcheulova, O. M. (2015). Complex assessment of the recovery ratio of unprofitable mines. *Mining of Mineral Deposits*, 9(1), 135–139.
8. Hrynev, V.H., Khorolskyi, A.A. (2018). Optymyzatsiya parametrov ekspluatatsyy ochysnoho oborudovaniya. *Uhol Ukrainy*. (9), 37–42.
9. Synkov, V.H., Hrynev, V.H., & Khorolskyi, A.A. (2016). Otsenka urovnia vzaymosv'язy ochysnoho oborudovaniya v sostave mekhanyzyrovannoho kompleksa.

Naukovi pratsi Donetskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Serii: «Informatyka, kibernetyka, obchysliuvalna tekhnika, (22), 124–132.

10. Hrinov, V. & Khorolskyi, A. (2018). Improving the Process of Coal Extraction Based on the Parameter Optimization of Mining Equipment. In *E3S Web of Conferences, Ukrainian School of Mining Engineering*. (Vol. 60. p. 00017). EDP Sciences. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000017>

11. Amosha A.I. & Solomatina L.N. (2017). Innovacionnoe razvitie promyshlennyh predpriyatij v regionah: problemy i perspektivy. *Ekonomika Ukrainy*, (3), 20–34.

12. Hrynev, V.H., & Khorolskyi, A.A. (2016). Obosnovanye ratsyonalnykh parametrov mekhanyzyrovanoi dobychy uhliya na plastakh polohoho padenyia. *Fizyko-tekhnichni problemy hirnychoho vyrobnytstva*, (18), 145–152.

13. Cherevatskij D. Ju. (2018). Ob jeksternal'noj jekonomike ugledobyvajushhih geterarhii. *Ekonomika promyshlennosti*, 4(84), 72–86.

14. Grinev V.G., Cherepovskij P.V. & Deulenko A.I. (2015). *Innovacionnye perspektivy jekspluatatsii ugol'nyh plastov krutogo padeniia*, «Porogi», 180 p.

15. Khorolskyi, A.A., & Hrynev, V.H. (2018). Proektyrovanye tekhnolohycheskykh skhem ochystnoho oborudovanyia s yspolzovanyem setevykh modelei: opyt y perspektivy. *Hornaia mekhanyka y mashynostroenyie*, (4), 12–21.

16. Nieć, M. (2009). Występowanie rud uranu i perspektywy ich poszukiwań w Polsce. *Polityka energetyczna*, (12), 435–451.

17. Zabierowski, J., Jaskowski, A., & Cyrnek, C. (1981). Methods for scientific investigations in programming in the mining industry. *Pr. Kom. Gorn. Geod. Gorn.*, (21), 39–47.

18. Krzak, M. (2013). The Evaluation Of An Ore Deposit Development Prospect Through Application Of The " Games Against Nature" Approach. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*. 30(06), 1350029.

19. Balusa, B.C., Singam, J. (2018). Underground mining method selection using WPM and PROMETHEE. *Journal of the Institution of Engineers (India): Series D*, 99(1), 165–171.

20. Li, P. et al. (2011). Time series prediction of mining subsidence based on a SVM. *Mining Science and Technology (China)*. 21(4), 557–562.

21. Beaulieu, M., & Gamache, M. (2006). An enumeration algorithm for solving the fleet management problem in underground mines. *Computers & operations research*, 33(6), 1606–1624.

22. Khorolskyi A.O., Hrinov V.H., Mamaikin O.R. (2019). Innovatsiini perspektyvy pidzemnoi ekspluatatsii vuhilnykh rodovyshch. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, (83), 289–298. [https://doi.org/10.26642/tn-2019-1\(83\)-289-298](https://doi.org/10.26642/tn-2019-1(83)-289-298)

23. Khorolskyi, A. O. (2017). Tekhnologichni aspekti ekspluatatsii vugil'nih rodovyshch. In *Shkola pidzemnoi rozrobki*. Dnipro. pp. 99–100.

24. Fomychov, V., Mamaikin, O., Demchenko, Y., Prykhorchuk, O., & Jarosz, J. (2018). Analysis of the efficiency of geomechanical model of mine working based on computational and field studies. *Mining of Mineral Deposits*, 12(4), 46–55. <https://doi.org/10.15407/mining12.04.046>

25. Hrinov, V.H., Khorolskyi, A.O., & Mamaikin, O.R. (2019). Dekompozytsiinyi pidkhid pry pobudovi system heneratsii enerhii u vuhlepromyslovykh rehionakh. *Visti Donetskoho hirnychoho instytutu*, (44), 116–126. <http://doi.org/10.31474/1999-981x-2019-1-116-126>

26. Hrinov, V.H., Khorolskyi, A.O., & Mamaikin, O.R. (2019). Otsinka stanu ta optymizatsiia parametriv tekhnolohichnykh skhem vuhilnykh shakht. *Visnyk Kryvorizkoho*

natsionalnoho universytetu, (48), 31–37. <http://doi.org/10.31721/2306-5451-2019-1-48-31-37>

27. Khorolskyi, A.O., Hrinov, V.H., Mamaikin, O.R. (2019). Optymizatsiia stiikosti funktsionuvannia pidsystem ochysnoho vyboiu. *Suchasni resursoenerhozberihaiuchi tekhnologii hirnychoho vyrobnytstva*, (23), 85–103. <http://doi.org/10.30929/2074-1537.2019.1.85-103>

28. Khorolskyi A.O., & Hrinov V.H. (2017). Systemni pryntsyipy ta otsinochnyi kryterii nadiinosti pry optymizatsii tekhnolohichnykh skhem vuhilnykh rodovyshch. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, 80(2), 199–207. [https://doi.org/10.26642/tn-2017-2\(80\)-225-233](https://doi.org/10.26642/tn-2017-2(80)-225-233)

29. Khomenko, O., Kononenko, M., & Myronova, I. (2017). Ecologic-and-technical aspects of iron-ore underground mining. *Mining of mineral deposits*, 11(2), 59–67. <https://doi.org/10.15407/mining11.02.059>

30. Khomenko, O., Kononenko, M., Myronova, I., & Sudakov, A. (2018). Increasing ecological safety during underground mining of iron-ore deposits. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (2), 29–38. <http://dx.doi.org/10.29202/nvngu/2018-2/3>

31. Khomenko, O., Kononenko, M., & Myronova, I. (2013). Blasting works technology to decrease an emission of harmful matters into the mine atmosphere. *Mining Of Mineral Deposits*, 231–235. <http://dx.doi.org/10.1201/b16354-43>

32. Grin'ov, V.G., Horol's'kyj, A.O., & Kaliushhenko, O.P. (2019). Rozroblennja ekologichnykh scenariiv efektyvnogo osvojennja cinnnyh rodovyshch korysnyh kopalyn. *Mineral'ni resursy Ukrainy*, (2), 46–50.

33. Hrinov, V.H., & Khorolskyi, A.O. (2019). Optymalne proektuvannia parametriv hirnychozbahachuvalnykh pidprijemstv dlia ratsionalnoho osvoiennia tsinnykh rodovyshch Ukrainy. *Fyzyko-tekhnicheskye problemy hornoho proyzvodstva*, (21), 128–145. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.008>

34. Petlovanyi, M.V., Lozynskyi, V.H., Saik, P.B., & Sai, K.S. (2018). Modern experience of low-coal seams underground mining in Ukraine. *International Journal of Mining Science and Technology*, 28(6), 917–923. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2018.05.014>

ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

Мета. Запропонувати новий підхід щодо механізму оцінки доцільності підтримки виробничих потужностей збиткових шахт Донецької та Дніпропетровської областей.

Методика. Для вирішення поставленої проблеми застосовано комплексний підхід, який включає оцінку інвестиційної привабливості підприємства, визначення виробничого потенціалу, визначення можливості переходу на беззбитковий режим. Процес планування шляхів збереження промислового потенціалу вуглепромислових регіонів може розглядатися як відображення багатовимірного простору (початкових і проектних величин) в одновимірний (суму інвестиційних коштів).

Результати. Встановлено, що на стадії побудови моделі управління процесами зниження збитковості шахти необхідно розглянути 8–10 факторних ознак, які можуть визначати формування економічного потенціалу з урахуванням особливостей залягання запасів, що залишилися та їх якості, як інтегральної оцінки потенціалу шахти в частині сприйняття інвестицій (державних та недержавних). Поставлена задача зводиться до відбору найменшого числа факторів, які б найбільш адекватно відображали внутрішній потенціал

шахти у виразі економічної доданої вартості – як наслідок взаємодії факторів економічної діяльності вугільної шахти в конкретних гірничо-геологічних і технологічних умовах.

Наукова новизна полягає в тому, що в якості комплексної складової рівня стану збиткової шахти доцільно використати показник економічної надійності, який синтезує пропускну здатність ланок, економічний рівень техніко-економічних показників і обсяг запасів, що залишилися. Останні визначають залишковий термін служби шахти, фізичний зміст запропонованих показників неоднаковий, і саме ця обставина дозволяє при їх спільному використанні отримати більш повну, ніж при використанні якого-небудь одного показника, оцінку.

Практична значимість полягає у проведенні фактичної оцінки стану вугільних підприємств Донбасу та визначенні граничних показників беззбитковості, що дозволило сформулювати рекомендації по залученню об'ємів фінансових ресурсів.

Ключові слова: вугільні шахти, вуглепромисловий регіон, беззбитковість, моделювання, диверсифікація, потенціал, запаси

ABSTRACT (IN RUSSIAN)

Цель. Предложить новый подход к распределению инвестиций в группе предприятий по добыче угля.

Методы. Для решения поставленной проблемы применен комплексный подход, включающий оценку инвестиционной привлекательности предприятия, определение производственного потенциала, определения возможности перехода на безубыточный режим. Процесс планирования путей сохранения промышленного потенциала углепромышленных регионов может рассматриваться как отражение многомерного пространства (начальных и проектных величин) в одномерный (сумму инвестиционных средств).

Результаты. Установлено, что на стадии построения модели управления процессами снижения убыточности шахты необходимо рассмотреть 8-10 факторных признаков, которые могут определять формирование экономического потенциала с учетом особенностей залегающих запасов, оставшихся и их качества, как интегральной оценки потенциала шахты в части восприятия инвестиций (государственных и негосударственных). Поставленная задача сводится к отбору наименьшего числа факторов, которые наиболее адекватно отражают внутренний потенциал шахты в выражении экономической добавленной стоимости – как следствие взаимодействия факторов экономической деятельности угольной шахты в конкретных горно-геологических и технологических условиях.

Научная новизна заключается в том, что в качестве комплексной составляющей уровня состояния убыточной шахты целесообразно использовать показатель экономической надежности, который синтезирует пропускную способность звеньев, экономический уровень технико-экономических показателей и объем оставшихся запасов. Последние определяют остаточный срок службы шахты, физический смысл предложенных показателей неодинаков, и именно это обстоятельство позволяет при их совместном использо-

вании получить более полную, чем при использовании какого-либо одного показателя, оценку.

Практическая значимость заключается в проведении фактической оценки состояния угольных предприятий Донбасса и определении предельных показателей безубыточности, что позволило сформировать рекомендации по привлечению объемов финансовых ресурсов.

Ключевые слова: угольные шахты, углепромышленный регион, безубыточность, моделирование, диверсификация, потенциал, запасы

ABOUT AUTHORS

Mamaikin Oleksandr, Candidate of Technical Science, Dnipro University of Technology, Associate Professor of the Mining Engineering and Education Department, 19 Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: alex.mamaikin80@gmail.com

Pochepov Viktor, Candidate of Technical Science, Associated Professor, Dnipro University of Technology, Associate Professor of the Mining Engineering and Education Department, 19 Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: alex.mamaikin80@gmail.com

Fomychova Ludmyla, PhD, Associated Professor, Dnipro University of Technology, Professor of the Higher Mathematics Department, 19 Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: alex.mamaikin80@gmail.com

Demchenko Yurii, Candidate of Technical Science, Associated Professor, Dnipro University of Technology, Associate Professor of the Mining Engineering and Education Department, 19 Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: alex.mamaikin80@gmail.com

Sylayev Viktor, Candidate of Technical Science, Associated Professor, Dnipro University of Technology, Associate Professor of the Mining Engineering and Education Department, 19 Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: alex.mamaikin80@gmail.com

Lapko Viktor, Dnipro University of Technology, Senior Lecturer of the Mining Engineering and Education Department, 19 Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: alex.mamaikin80@gmail.com