

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ З ТОЧКИ ЗОРУ СПРИЙНЯТТЯ ЇХ ДО ІННОВАЦІЙ

<sup>1</sup>Мамайкін О.Р., канд.техн.наук, доц., <sup>1</sup>Малова О.К.,

<sup>2</sup>Хорольський А.О., канд.техн.наук

<sup>1</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Інститут фізики гірничих процесів Національної академії наук України, Дніпро, Україна

**Анотація.** В роботі проведено фактичну оцінку стану вугільних підприємств Донбасу та визначено граничні показники беззбитковості, що дозволило сформулювати рекомендації по залученню об'ємів фінансових ресурсів. Встановлено, що процес планування шляхів збереження промислового потенціалу вуглепромислових регіонів може розглядатися як відображення багатовимірного простору (початкових і проектних величин) в одновимірний (суму інвестиційних коштів).

**Вступ.** 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 [4, 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].

**Методи дослідження.** 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. 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  $\varphi_i(X) = \overline{1, n-1}$ , 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  $S$ .

**Результати дослідження.** 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 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 [11]. Доведено європейським досвідом, що поспішне, непродумане закриття замикаючих шахт не може бути визнане розумним, зважаючи на необхідність компенсації потужностей, які вибувають, імпортними енергоносіями [12, 13].

Рис. 1. 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

$$K_{ent} = K_{mt} \times K_{et} + K_{ct} \quad (1)$$

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  $t$ ;  $K_{zt}$  – 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. При цьому буде отримана кількісна оцінка, тому що часто використовуються тільки експертні суб'єктивні або емоційні оцінки. Зокрема, шахта «Капітальна», що має показник економічної надійності вище за шахти «Південнодонбаська №3» та «Південнодонбаська №1» більш дієво забезпечує приріст потужності.

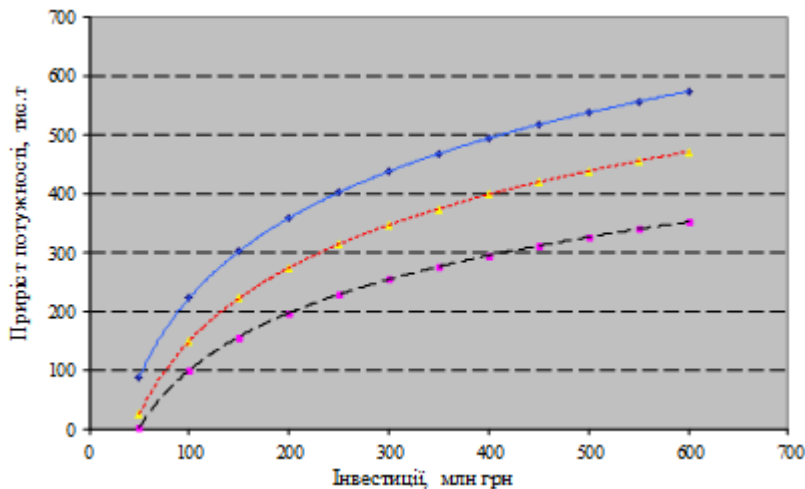


Рисунок 1 – Приріст потужності шахт від обсягу інвестицій

На основі закономірностей, встановлених нами (рис. 1) 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.

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 збільшенням потужності шахт, також необхідно враховувати ризики пов'язані із забрудненням навколишнього середовища. [14, 15, 16].

Таким чином, розв'язок даної задачі динамічного програмування доцільно починати з визначення оптимального рішення на останньому,  $n$ -м кроці, тобто для однієї шахти [17]. 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 [18].

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.

$$\varphi_3(X) = \max\{f_3(X_3) + \varphi_2(X - X_3)\} \quad (2)$$

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 [19].

**Висновки.** 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.

### Список літератури

1. Хорольський, А.О., & Гріньов, В.Г., (2018). *Проектування технологічних схем гірничого виробництва в умовах невизначеності*. Физико-технические проблемы горного производства, (20), 132-146.

2. Гринев В.Г., & Хорольский А.А. (2017). *Обоснование параметров выбора комплектации очистного оборудования с учетом области рациональной эксплуатации*. Вести Донецкого горного института, 1(40), 139–144. doi.org/10.31474/1999-981x-2017-1-139-144
3. 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. doi.org/10.1051/e3sconf/20186000017
4. 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.
5. 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)
6. 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. <https://doi.org/10.15407/mining12.04.046>
7. Гріньов, 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. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2019-1-116-126>
8. 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.
9. Гріньов, В.Г., & Хорольський, А.О. (2019). *Оптимальне проектування параметрів гірничозбагачувальних підприємств для раціонального освоєння цінних родовищ України*. Фізико-технічні проблеми горного виробництва. Фізико-технічні проблеми горного виробництва, (21), 128-145. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.008>
10. Khorolskyi A., Hrinov V., & Mamaikin O. (2019). *Models and methods to make decisions while mining production scheduling*. Mining of Mineral Deposits, 13(4), 53-62. <https://doi.org/10.33271/mining13.04.053>
11. Гріньов, 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. doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-31-37
12. Хорольський, А.О., Гріньов, В.Г., Мамайкін, О.Р. (2019). *Оптимізація стійкості функціонування підсистем очистного вибою*. Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва, (23), 85-103. doi: 10.30929/2074-1537.2019.1.85-103
13. Хорольський А.О., & Гріньов 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. [https://doi.org/10.26642/tn-2017-2\(80\)-225-233](https://doi.org/10.26642/tn-2017-2(80)-225-233).
14. Гріньов, В.Г., Хорольський, А.О., & Каліущенко, О.П. (2019). *Розроблення екологічних сценаріїв ефективного освоєння цінних родовищ корисних копалин*. Мінеральні ресурси України, (2), 46-50.
15. Petlovanyi, M. (2016). *Influence of configuration chambers on the formation of stress in multi-modulus mass*. Mining of Mineral Deposits, 10(2), 48–54. <https://doi:10.15407/mining10.02.048>
16. 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>
17. Petlovanyi, M., Lozynskyi, V., Zubko, S., Saik, P., & Sai, K. (2019). *The influence of geology and ore deposit occurrence conditions on dilution indicators of extracted reserves*. Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik, 34(1), 83-91. <https://doi.org/10.17794/rgn.2019.1.8>
18. Khorolskyi, A., Hrinov, V., & Kaliushenko, O. (2019). *Network models for searching for optimal economic and environmental strategies for field development*. Procedia Environmental Science, Engineering and Management, 6(3), 463-471.
19. Хорольський А. О., & Гріньов В. Г. (2020). *Оцінка і вибір параметрів при розробці родовищ корисних копалин*. Фізико-технічні проблеми горного виробництва, (22), 118-140. <https://doi.org/10.37101/ftpgp22.01.009>