

DOI: [https://doi.org/10.37100/2616-7689/2019/6\(25\)/11](https://doi.org/10.37100/2616-7689/2019/6(25)/11)

УДК 330.15 : 336.777.7 : 519.86 : 553

JEL CLASSIFICATION: C13, L71, L72, O13

ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ВАРТІСНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

GRAPHOANALYTICAL METHODOLOGICAL APPROACH TO THE COST ESTIMATION OF MINERAL DEPOSITS

Володимир МАТЮХА,

кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник, Київ

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0012-1262>

Volodymyr MATYUKHA,

Candidate of Technical Sciences,

Senior Researcher, Kyiv

Уперше в економічній теорії запропоновано графоаналітичний метод вартісної оцінки родовищ корисних копалин. Розкрито особливості цього методологічного підходу, який ґрунтується на дисконтуванні грошових потоків з одночасним урахуванням схеми життєвого циклу родовищ корисних копалин і витрат у післяексплуатаційний період. Зазначено, що такий підхід дасть змогу отримати більш точну вартісну оцінку родовища або ділянки надр.

Ключові слова: вартісна оцінка, дисконтування, методологія, графоаналітичний метод, схема, життєдіяльність родовища, інтегральне обчислення, інтегрованість, неперервні функції.

The importance of cost estimation of mineral resources in modern economic theory is noted in the article. It is noted that all currently existing methodical and methodological approaches to the valuation of minerals by their economic nature are in fact an analysis of the economic feasibility of realization of investment projects for the development of deposits, which actually answers the question: is the investment project for the development of the field economically viable. Based on the analysis of literary sources, it is established that at the present stage of development of the world economy, the interest in the economic evaluation of the efficiency of development of mineral resources is not waning. However, methodological approaches are different and there is still no unity in them. Experts point out that the current methods require improvement due to the low accuracy of calculations, since the size of the cost estimate depends on the amount of rental payments for the use of mineral resources in mining and the starting price of the sale of a special permit for the development of deposits at auction.

For the first time in the economic theory economics, a graphoanalytic method for the cost estimation of mineral deposits has been proposed. The features of this methodological approach based on integral calculus, including the integration of continuous functions, as well as the method of discounting cash flows with simultaneous consideration of the life cycle scheme of deposits, namely mining and geological conditions of mining are opened. The step-by-step sequence of realization of the proposed method is resulted. It is stated that this approach will allow to obtain a more exact cost estimate of a deposit or subsoil by taking into account the following factors: the life of the deposit, the market conditions of the mineral resources, capital and current expenses connected with extraction of minerals and costs of the subsoil user in the post-mining a period of time related to the closure of mines and quarries and the reclamation of disturbed lands formed during the extraction of minerals.

Key words: cost estimation, cash flow discounting, methodology, graphoanalytic method, integral calculus, integrability of continuous functions, the scheme of ability to live of a deposit.

Постановка проблеми. Економічна (вартісна) оцінка нерухомості, у тому числі родовищ корисних копалин, займає центральне місце в сучасній економічній теорії. Слід зазначити, що всі методологічні та методичні підходи, які використовуються у світовій практиці для визначення вартісної

оцінки мінерально-сировинних ресурсів, за своєю економічною сутністю переважно є аналізом економічної доцільності реалізації інвестиційних проектів розробки родовищ. Так, чим вища їх розрахункова вартісна оцінка, тим відповідно більш привабливим буде інвестиційний проект з розробки родовищ. При цьому проект вважається рентабельним, якщо він забезпечить

отримання прибутку, який, у свою чергу, забезпечить рентабельність інвестицій не нижче бажаного для інвестора рівня. Саме цим і обумовлена необхідність розробки спеціальних методів оцінювання.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Економічною оцінкою родовищ (інвестиційних проектів їх розробки) займалися М.І. Агошков, Т.М. Єгорушкіна, О.Є. Медведєва, Є.Й. Погребицький та інші [1–4], а методичними підходами до такого оцінювання – фахівці далекого зарубіжжя, зокрема Ф.-В. Вельмер і його співробітники [5].

Практика свідчить, що на сучасному етапі розвитку світової економіки інтерес до економічної оцінки ефективності розробки родовищ мінерально-сировинних ресурсів не зменшується [6–10]. На основі аналізу економічної літератури обґрунтовано висновок, що до теперішнього часу не існує

єдиних методичних і методологічних підходів до вартісної оцінки родовищ корисних копалин, оскільки кожен метод має свої переваги та недоліки.

Метою цієї роботи є розробка методологічного підходу до вартісної оцінки мінерально-сировинних ресурсів на основі схеми життєвого циклу родовища корисних копалин і витрат у післяексплуатаційний період.

Виклад основного матеріалу. На нашу думку, вартість мінерально-сировинних ресурсів (доцільність капітальних вкладень) обов'язково потрібно визначати за розміром чистого дисконтованого доходу (чистого доходу приведенного на теперішній момент часу), а власне розмір сумарного чистого доходу від розробки родовища – на основі прогнозованого життєвого циклу родовища (рис. 1), крива якого легко апроксимується в параболу (рис. 2).

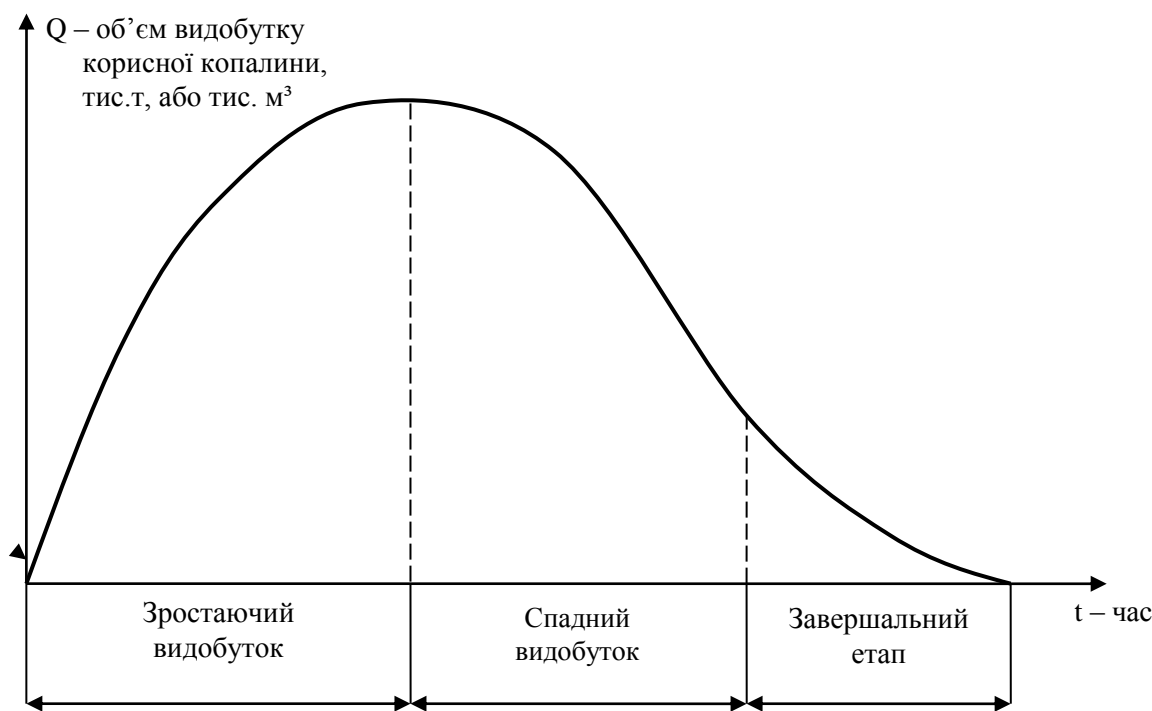


Рис. 1. Схема життєвого циклу родовища

Заштрихована площа, обмежена параболою, являє собою сумарний чистий дохід надкористувача від розробки родовища, отже, завдання полягає в її кількісному визначенні.

Запишемо рівняння параболу у вигляді $y = ax^2 + c$ і знайдемо a і c за таких умов: $y(0) = h$; $y = 0$ при $x = \pm \frac{b}{2}$; $0 = \frac{ab^2}{4} + h$,

звідки $-h = \frac{ab^2}{4}$; $-4h = ab^2$; $a = -\frac{4h}{b^2}$;
 $(c = h; a = -\frac{4h}{b^2})$.

Для виведення формули розрахунку площі, обмеженої параболою, використаємо відому формулу:

$$S = \int_a^k f(x)dx = F(x) \Big|_a^k = F_k - F_a \quad (1)$$

для функції $y = ax^2 + c$ і меж інтегрування $y = 0$; $x = \frac{b}{2}$.

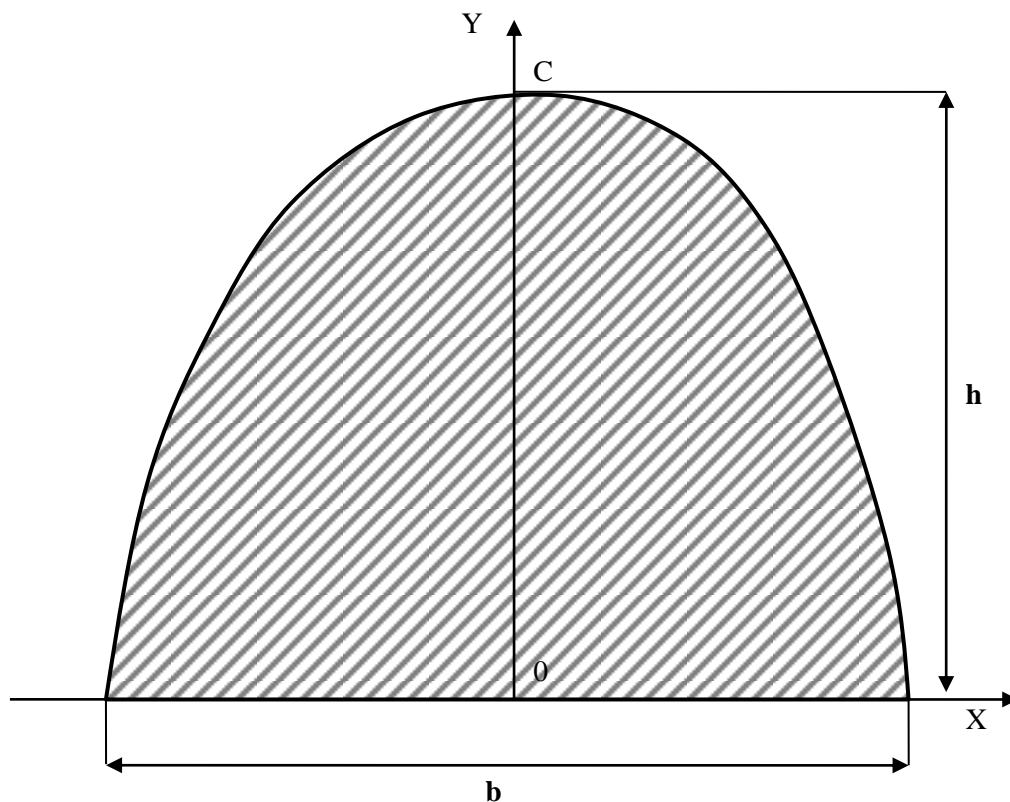


Рис. 2. Схема життєвого циклу родовища, апроксимована у вигляді параболи

$$\begin{aligned} \text{Тоді } S &= 2 \times \int_0^{\frac{b}{2}} \left(-\frac{4h}{b^2}x^2 + h\right) dx = \\ 2 \left(hx - \frac{4h}{3b^2}x^3 \right) \Big|_0^{\frac{b}{2}} &= 2 \left(h \times \frac{b}{2} - \frac{4h}{3b^2} \times \frac{b^3}{8} \right) = \\ 2hx - \frac{8hb^3}{3b^2 \times 8} &= hb - \frac{hb^3}{3b^2} = hb - \frac{hb}{3} = \frac{2}{3}hb. \end{aligned}$$

Оскільки зображена крива (див. рис. 1) дуже близька за формою до параболи, можна зазначити, що параметр b (див. рис. 2) – це термін використання родовища до моменту виведення його з експлуатації, а h – чистий прогнозований дохід надрокористувача (у гірничого підприємства він наведений у бізнес-плані розвитку), отриманий ним у процесі розробки родовища. Тоді параметр S (формула 1) за своєю економічною сутністю являтиме собою прогнозний чистий дохід (D) надрокористувача від розробки родовища корисних копалин, тобто його вартісну оцінку.

Приведення прогнозованого доходу надрокористувача від розробки родовища на цей момент часу здійснено методом дисконтування:

$$B = \frac{D}{(1+r)^t}, \quad (2)$$

де D – чистий дохід надрокористувача за весь термін експлуатації родовища корисних копалин;

r – норма дисконту (ставка прибутковості) в частках одиниці;

t – термін використання родовища до моменту виведення його з експлуатації.

Якщо проект розробки родовища корисних копалин або ділянки надр розглядати не з позицій дискретності грошових потоків, що визначається величиною $(1+r)^t$, а як безперервний у часі процес (e^{-rt}), то чистий дохід від експлуатації в інтервалі часу $(t, t + dt)$ є тимчасовою функцією $f(t) dt$. При цьому інтегральний ефект $\Phi(T)$ є показником чистого дисконтованого доходу (B) і при завершенні експлуатації родовища в момент часу T розраховуватиметься за рівнянням:

$$\Phi(T) = \int f(t)e^{-rt} dt, \quad (3)$$

де $f(t)dt$ – функція, що визначає чистий дохід від розробки родовища або ділянки надр, отриманий в часовому інтервалі $(t, t + dt)$;

e – основа натурального логарифму (2,718).

Однак рівняння (3) не враховує витрати, пов'язані з рекультивацією порушених земель у постпрогнозний період часу $(t, t + dt)$. Слід зазначити, що відповідно до статті 166 Земельного кодексу України, землі, які зазнали змін у структурі рельєфу,

екологічному стані ґрунтів і материнських порід та у гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, підлягають рекультивації. Згідно із п. 4 ст. 24 глави 3 Кодексу України про надра, надкористувач зобов'язаний приводити земельні ділянки, порушені при користуванні надрами, до стану, придатного для подальшого їх використання в суспільному виробництві. З урахуванням постексплуатаційних витрат інтегральний ефект можна розрахувати за формулою:

$$\Phi(T) = \int p(t)e^{-rt} dt - Le^{-rt}, \quad (4)$$

де $p(t)dt$ – показник чистого прибутку, отриманого від розробки родовища або ділянки надр у тимчасовому інтервалі ($t, t + dt$);

L – повні постексплуатаційні витрати, пов'язані з рекультивацією порушених земель, що виникли в результаті розробки родовища або ділянки надр.

Використовуючи тотожність $\int e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a} + c$ і перетворення $e^{-rt} = 1 - \int re^{-rt} dt$, формула (4) матиме такий вигляд:

$$\Phi(T) = \int (p(t) + rL)e^{-rt} dt - L. \quad (5)$$

З економічного погляду формула (5) свідчить про те, що реальна величина вартісної оцінки родовища або ділянки надр ураховує як чистий експлуатаційний дохід надкористувача у прогностичний період часу (період розробки родовища), так і постексплуатаційні витрати (L), пов'язані з рекультивацією порушених земель.

Висновки. Запропоновано методологічний підхід до вартісної оцінки родовищ корисних копалин, що базується на графоаналітичних підходах розрахунку. Це дасть змогу визначити вартість природного ресурсу виходячи одночасно з особливостей кон'юнктури ринку на товарну мінерально-сировинну продукцію і гірничо-геологічних умов розробки родовищ корисних копалин, витрат, пов'язаних із рекультивацією порушених земель.

Список використаних джерел

1. Агошков М.И. Развитие идей и практики комплексного освоения недр / М.И. Агошков // Горный журнал. – 1984. – № 3. – С.3–6.
2. Егорушкина Т.Н. Обоснование критерия экономической оценки эффективности использования минерально-

сырьевых ресурсов на основе аудита недропользования / Т.Н. Егорушкина // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – № 6. – С. 25–34.

3. Мелехин Е.С. Оценка стоимости месторождений полезных ископаемых / Е.С. Мелехин, О.Е. Медведева // Вопросы оценки. – 2003. – № 1. – С. 54–60.

4. Погребницкий Е.О. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых / Е.О. Погребницкий, В.И. Терновой. – Л. : Недра, 1974. – 304 с.

5. Вельмер Ф.-В. Экономические оценки месторождений / Ф.-В. Вельмер, М. Дальхаймер, М. Вагнер ; [пер. с англ. отв. ред. А.В. Квас]. – К. : Книга, 2008. – 284 с.

6. Петросов А.А. Организация государственно-частного партнерства в целях комплексного освоения маломасштабных месторождений золота / А.А. Петросов, А.С. Копылов, В.А. Иванов // Горный журнал. – 2014. – № 7. – С. 55–59.

7. Жикаляк Н.В. Государственное регулирование рентных отношений в горной промышленности Украины : [монография] / Н.В. Жикаляк ; НАН Украины, Ин-т экономики пром-ти. – Донецк, 2013. – 548 с.

8. Припутников А.А. Критерии оценивания природных ресурсов / А.А. Припутников // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2011. – Т. 24(63), № 3. – С. 127–131. – (Серия «Экономика и управление»).

9. Силифонкина С.В. Анализ методологических подходов к оценке капитализации территории / С.В. Силифонкина // Молодой ученый. – 2011. – № 1. – С. 100–107.

10. Панков С.А. Эколого-экономическая оценка месторождений минерального сырья (на примере общераспространенных полезных ископаемых) / С.А. Панков. – [2-е изд., исправл. и доп.]. – Ставрополь : Изд-во СГУ, 2011. – 152 с.

References

1. Agoshkov, M.I. (1984). Razvitie idei i praktiki kompleksnogo osvoeniia neдр [Development of ideas and practice of complex soil mining]. *Gornyi Zhurnal*, 3, 3-6 [in Russian].
2. Egorushkina, T.N. (2008). Obosnovanie kriteriia ekonomicheskoi otsenki effektivnosti ispolzovaniia mineralno-syrevykh resursov na osnove audita nedropolzovaniia [Substantiation of the criterion of economic assessment of

efficiency of mineral resource usage on the basis of subsoil use audit]. *Audit i finansovy analiz*, 6, 25-34 [in Russian].

3. Melekhin, E.S., & Medvedeva, O.E. (2003). Otsenka stoimosti mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh [Assessment of the value of mineral deposits]. *Voprosy otsenki*, 1, 54-60 [in Russian].

4. Pogrebitckii, E.O. & Ternovoi, V.I. (1974). *Geologo-ekonomicheskaiia otsenka mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh* [Geological-economics assessment of mineral deposits]. L.: Nedra [in Russian].

5. Velmer, F.-V., Dalkhaimer, M., & Vagner, M. (2008). *Ekonomicheskie otsenki mestorozhdenii* [Economic Evaluations in Exploration]; per. s angl. Otv. red. A.V.Kvas. Kyiv: Kniga [in Russian].

6. Petrosov, A.A., Kopylov, A.S., & Ivanov, V.A. (2014). Organizatsiia gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v tseliakh kompleksnogo osvoeniia malomasshtabnykh mestorozhdenii zolota [Organization of state-private partnership for the purpose of complex mastering of low-scale gold deposits]. *Gornyi Zhurnal*, 7, 55-59 [in Russian].

7. Zhikaliak, N.V. (2013). *Gosudarstvennoe regulirovanie rentnykh otnoshenii v gornoj promyshlennosti Ukrainy* [State regulation of rent relations in Ukrainian mining]. Donetsk: NAN Ukrainy, Institut ekonomiki promyshlennosti. [in Russian].

8. Priputnikov, A.A. (2011). Kriterii otcenivaniia prirodnykh resursov [Criteria of apparisal of natural resources]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriia «Ekonomika i upravlenie»*, 24(63), 3, 127-131 [in Russian].

9. Silifonkina, S.V. (2011). Analiz metodologicheskikh podkhodov k otcenke kapitalizatsii territorii [Analysis of methodological approaches to the territory capitalization assessment]. *Molodoi uchenyi*, 1, 100-107 [in Russian].

10. Pankov, S.A. (2011). *Ekologo-ekonomicheskaiia otsenka mestorozhdenii mineralnogo syria (na primere obshcherasprostranennykh poleznykh iskopaemykh)* [Ecological-economic assessment of mineral deposits (on example of wide-spread minerals), 2-e izd., ispravlennoe i dopolnennoe. Stavropol: Izd-vo SGU [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 11 листопада 2019 року