

УДК 553.04/9

М. Курило, канд. геол. наук, доц.,  
E-mail: kurilo@mail.univ.kiev.ua  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна  
В. Бала,  
E-mail: bala@dkz.gov.ua  
ДКЗ України, вул. ген. Алмазова, 18/7, м. Київ, 01133, Україна

## ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ КРИТЕРІЇ ПРОМИСЛОВОЇ ЦІННОСТІ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ З НЕЗНАЧНИМИ ЗАПАСАМИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

Метою даного дослідження є аналіз і систематизація критеріїв, за якими у вітчизняній і міжнародній практиці встановлюють промислове значення вугільних родовищ з незначними запасами. Проведено аналіз і систематизацію таких чинників загалом для всіх вугільних родовищ з наступним визначенням найбільш впливових характеристик саме для незначних запасів.

Визначено гірничо-геологічні фактори, які зумовлені природними характеристиками родовища і безпосередньо належать до конкретного об'єкта, та фактори, які стосуються корисної копалини загалом або характеризують зовнішні умови промислового освоєння надр. Для вугільних родовищ з незначними запасами першочергове значення мають ті критерії, які безпосередньо впливають на найбільш критичний параметр – величину запасів вугілля і відповідно термін існування добувального підприємства. Такими критеріями є якість вугілля, що визначає напрям використання та його ліквідність, ступінь геологічного вивчення, який виражає геологічні ризики непідтвердження запасів, і складність гірничотехнічних умов, які визначають способи і системи розкриття і розробки запасів.

Серед зовнішніх факторів для вугільних родовищ найбільший вплив має наявність використання заміників сировини та кон'юнктура ринків, ціна на сировину. Для родовищ з незначними запасами більший вплив може мати фактор цін і можливості видобутку, що передбачає наявність дозвільних документів і соціальних дозволів.

Промислового значення об'єкти з незначними запасами можуть набувати за сприятливості всіх інших умов освоєння – гірничотехнічних умов, які сприяють формуванню низької собівартості видобутку, якості корисної копалини, сприятливої кон'юнктури ринку мінеральної сировини, локалізації об'єкта відносно споживачів та ін. При цьому головною передумовою залучення об'єктів з незначними запасами до експлуатації має бути їхній високий ступінь геологічного вивчення, а рішення про можливе промислове значення повинно прийматися після детальних техніко-економічних розрахунків.

Ключові слова: промислове значення, незначні запаси вугілля, критерії оцінювання.

**Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями.** Актуальність даних досліджень пов'язана з можливістю залучення до промислової розробки найбільш якісних запасів вугілля у випадках їхньої незначної кількості. Для встановлення промислового значення таких об'єктів проводиться кількісна, якісна та вартісна оцінка запасів за переліком критеріїв, які визначають рентабельність такого відпрацювання.

Актуальність вивчення вугільних родовищ з незначними запасами обґрунтована нормативними документами, зокрема:

- Інструкцією із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ вугілля;
- Програмою розвитку мінерально-сировинної бази України до 2030 р. (Закон..., 2011);
- Енергетичною стратегією України на період до 2035 р. "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність" (Енергетична стратегія..., 2011), де вугілля залишається ключовим джерелом отримання енергії.

У вітчизняній практиці доцільність освоєння незначних запасів вугілля встановлюється в результаті проведення геолого-економічної оцінки (ГЕО), яка відбувається на базі розвіданих і попередньо оцінених запасів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Фактори, які визначають промислове значення запасів твердих корисних копалин, визначено досить детально в роботах (Каждан, 1985; Wellmer, 1986; Коржнев та ін.; 2006; Рудько, 2011; Михайлов, 2014). Найбільш узагальнено головними чинниками оцінки запасів розглядають такі (Коржнев та ін.; 2006; Рудько, 2011; Михайлов, 2014): геологічні, гірничо-геологічні, технологічні, техніко-економічні, соціальні, екологічні, географічні. Як правило, окремо розглядають вплив зовнішніх факторів, серед яких найбільшу вагу мають кон'юнктура ринків мінеральної сировини, політичні та організаційні ризики. Усі групи факторів мають відображення в кількісних або якісних граничних значеннях критеріїв оцінювання. Перелік таких параметрів є досить сталим, хоч вага кожного з них може значно змінюватись як для окремих корисних копалин, так і для конкретних родовищ.

У міжнародній практиці (Australasian Code..., 2012) промислове значення запасів встановлюють з урахуванням так званих "модифікуючих факторів", які характеризують гірничі, технологічні, інфраструктурні, економічні, маркетингові, правові, екологічні, соціальні та інші фактори.

Вітчизняна практика геолого-економічної оцінки вугільних родовищ базується на Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр (Класифікація..., 1997) та Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ вугілля (Інструкція..., 2004). У цих документах наводяться критерії розподілу запасів вугілля за промисловим значенням. Ними можуть бути: гірничотехнічні або технологічні параметри, результати техніко-економічних розрахунків та/або матеріали фінансової звітності, нормативні чинники, зокрема наявність дозвільних документів для освоєння.

**Виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Більшість опублікованих праць містять аналіз і визначення критеріїв промислової цінності родовищ загалом, як правило, для твердих корисних копалин. Окремо методи та інструменти геолого-економічної оцінки запасів і ресурсів вугілля розглядаються в роботах (Інструкція..., 2004; Australasian Code..., 2012). Виконані авторами дослідження стосуються родовищ вугілля з незначними запасами, які масштабно оцінювались і залучались до освоєння протягом 2009–2013 рр. Такі об'єкти, як правило, мають негативний вплив критеріїв, які стосуються кількості запасів і виражені в незначних термінах експлуатації. Натомість для них характерні позитивні значення інших параметрів оцінювання.

**Формулювання цілей статті.** Метою проведеної роботи є виявлення головних критеріїв, які формують промислове значення вугільних родовищ з незначними запасами. Необхідним є їхній аналіз і систематизація для всіх вугільних родовищ з наступним визначенням найбільш впливових характеристик саме для незначних запасів. Також доцільним є зіставлення класифікаційних ознак запасів і ресурсів вугільних родовищ для вітчизняних нормативних і закордонних документів, а також визначення факторів ризику освоєння таких запасів.

**Виклад основного матеріалу.** Об'єктом даного дослідження є вугільні родовища з незначними запасами. Належність до такого класу визначається відповідно до Постанови КМУ від 11 серпня 2000 р. № 1257 "Про затвердження критеріїв, за якими визначаються незначні запаси корисних копалин" (*Постанова...*, 2000). Для родовищ кам'яного вугілля цим нормативом встановлено граничне значення – запаси менше 5 млн т, для бурого вугілля – менше 0,5 млн т.

Для встановлення критеріїв промислового значення таких запасів вугілля спочатку було проведено систематизацію всіх факторів геолого-економічної оцінки для твердих корисних копалин. Згідно з даними (*Михайлов, 2014*) ними є такі:

- геоекологічні – існування особливих природних об'єктів, що охороняються (заповідники, заказники, національні парки), господарська цінність земель, що відчужуються (сільгоспугіддя, ліси), можливі екологічні наслідки від порушення цілісності надр, водного режиму та ін., витрати на очищення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря і рекультивацию території після відпрацювання покладів, мінімізацію негативних екологічних наслідків розробки родовища і т. ін.;

- геологічні – особливості будови родовища, розмір і морфологія рудних покладів, кількість промислових запасів основного і супутніх корисних компонентів, особливості залягання рудних тіл і т. ін.;

- гірничо-геологічні – характер і глибина залягання корисних копалин, мінливість літологічного складу і фізико-механічних властивостей вмісних порід, характер розривної тектоніки, структурно-морфологічні типи рудних тіл (штокверки, жили, лінзи, зони та ін.), потужність тіл, наявність безрудних інтервалів, коефіцієнт розкриття, гідрогеологічні умови відпрацювання, фізико-механічні властивості рудних покладів і вмісних порід, обводненість і загазованість родовищ і багато іншого;

- економічні – рівень попиту і споживання, наявність ринків збуту, сприятливість міжнародної кон'юнктури, рівень конкуренції, ціни на продукцію, собівартість продукції, капітальні витрати на гірничо-металургійний комплекс, експлуатаційні витрати, розмір прибутків, рівень рентабельності розробки родовища, ринкова вартість кінцевого продукту, вартість випереджувальних ГРП тощо;

- політичні – стабільність і демократичність політичної системи країни; наявність законодавчої бази; інвестиційна політика держави, система оподаткування і рентного регулювання, методи державного регулювання використання надр тощо.

- географічні – кліматичні особливості місцевості, тип рельєфу і клімат, наявність інфраструктури (шляхи сполучення, умови енергозабезпеченості та водопостачання, наявність місцевих будівельних матеріалів і ресурсів палива), забезпеченість робочою силою та ін.;

- соціально-економічні – значення корисних копалин для потреб держави; ступінь забезпеченості цим видом корисних копалин;

- техніко-економічні – продуктивність гірничодобувного підприємства, способи розробки родовища, рівень механізації підприємства тощо;

- технологічні – мінеральний і хімічний склад руд, вміст основних і супутніх компонентів, структурно-текстурні особливості руд, фізичні та хімічні властивості (вологість, щільність, об'ємна маса, твердість, магнітні властивості мінералів, міцність і стійкість руди та вмісних порід, ступінь тріщинуватості порід тощо), наявність шкідливих домішок, комплексність руд, технології переробки і вилучення корисних компонентів, коефіцієнт вилучення корисних компонентів та ін.

Для більшості родовищ першим визначальним критерієм оцінки є величина запасів. Великі за масштабом родовища можуть рентабельно розроблятися навіть при негативному впливі інших факторів промислової цінності. Прямо протилежні передумови характерні для родовищ вугілля з незначними запасами.

1. Величина запасів родовища визначає можливість продуктивність гірничого підприємства і термін його існування. У свою чергу, продуктивність визначає собівартість продукції, що випускається за трьома складовими: 1) змінні витрати, загальна сума яких прямо пропорційна обсягу продукції, що випускається, а питома значення в розрахунку на 1 т (м<sup>3</sup>) продукції залишається постійним (витрати на енергію, матеріали, працю і т.п.); 2) умовно-постійні витрати, загальна сума яких пропорційна часу існування підприємства, а питома значення зменшується пропорційно продуктивності (загальноцехові, адміністративні витрати і т.п.); 3) амортизація капітальних вкладень, загальна величина яких зростає пропорційно продуктивності, а питома ще й обернено пропорційна часу існування підприємства.

2. У певних ситуаціях оптимальна за часом потужність шахти може виявитися не оптимальною з технологічної або економічної позицій. Тому в тих випадках, коли інформація про родовище досить повна, доцільно обрати більш точні способи її оцінки за інтенсивністю відпрацювання родовища (для похилозалягаючих і крутопадаючих пластів) та за умовами розвитку очисних робіт.

Величина загальних запасів родовища не завжди є визначальною. Наприклад, коли освоєння родовища здійснюється чергами, важливо лише отримати впевненість у тому, що імовірне значення цієї величини дозволяє організувати рентабельне виробництво на першій черзі за наявності певних резервів для його розвитку в майбутньому (нарощення запасів за рахунок прирізки запасів). Узагалі, реальна місткість ринку і можливий попит на вироблену продукцію мають оцінюватися вже на ранніх стадіях вивчення родовищ. Щоб уникнути прорахунків у виборі продуктивності і, відповідно, економіки освоєння, при розрахунках не слід забувати, що оцінка "запаси – продуктивність" може здійснюватися по гірничій масі, а випуск продукції визначається виходом напівфабрикату (рядове вугілля) або вугільного концентрату.

Власне для вугільних родовищ геолого-економічні критерії та показники оцінки систематизовано в методичному документі – Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ вугілля (*Інструкція...*, 2004) та наведено в табл. 1.

Із даних таблиці видно, що значна кількість параметрів оцінки стосуються гірничо-геологічних умов розробки та якості вугільних родовищ, але напряму не стосуються кількості запасів. Це можна пояснити взаємозв'язком якісних і кількісних характеристик родовища. Перелічені критерії практично оцінюються при підрахунку запасів у вигляді встановлених параметрів кондицій, які відбраковують найменш якісну частину запасів. Так, у більшості випадків для балансових запасів використовують параметри кондицій для якості: максимальна зольність вугілля – 40 %, мінімальна потужність вугільного пласта простої й складної будови – 0,5–0,6 м; для позабалансових запасів: максимальна зольність – 45–50 %, мінімальна потужність вугільного пласта простої й складної будови – 0,4–0,5 м. Застосування кондицій з якості вугілля та гірничо-геологічних умов відпрацювання спричиняє зменшення кількості запасів. Це має особливе значення для незначних запасів вугілля, оскільки будь-яке їхнє скорочення може призвести до нерентабельності відпрацювання і некупності залучених засобів виробництва.

Таблиця 1

Критерії та показники промислової цінності запасів вугілля складено за даними (Інструкція..., 2004)

№	Фактори та критерії оцінювання	Показники, які використовують для оцінки фактора	Особливості застосування для родовищ із незначними запасами
1	Кількість запасів	За кількістю запасів родовища вугілля поділяються на надвеликі – з запасами вугілля більше 100 млн т, великі – від 50 до 100 млн т, середні – від 20 до 50 млн т та малі – менше 20 млн т	Не оцінюється. Незначними є запаси кам'яного вугілля менше 5 млн т, для бурого вугілля – менше 0,5 млн т
2	Якість вугілля, марки та напрям використання	Питома теплота згорання на сухий беззолний залишок ( $Q_s \text{ daf}$ ), у перерахуванні на робоче паливо ( $Q_i \text{ r}$ ), середній показник відбиття вітриніту ( $R_o$ , %), вихід летких речовин ( $V_{\text{daf}}$ , %)	Застосування без особливостей
3	Основні технологічні властивості та напрям використання	Для бурого вугілля – масова частка максимальної вологості на беззолний залишок ( $W_{\text{maxaf}}$ , %), вихід смоли напівкоксування ( $T_sK \text{ daf}$ , %) і вища теплота згорання на сухий беззолний залишок ( $Q_s \text{ daf}$ , МДж/кг); для кам'яного – товщина пластичного шару ( $Y$ ) мм; для високометаморфізованого кам'яного вугілля – вища теплота згорання на сухий беззолний залишок ( $Q_s \text{ daf}$ , МДж/кг), показник спіковості по індексу $R_{\text{oga}}$ ( $RI$ ); для антрацитів – вища теплота згорання на сухий беззолний залишок ( $Q_s \text{ daf}$ , МДж/кг)	Застосування без особливостей
4	Складність геологічної будови	За особливостями геологічної будови – витриманістю потужності, будовою вугільних пластів, складністю умов їхнього залягання і гірничо-геологічними умовами розробки виділяють просту, складну та дуже складну будову родовищ (ділянок)	-/-
4.1	Морфометрія і витриманість вугільних пластів	Поділ за потужністю на тонкі (менше 0,7 м), середньої потужності (0,71–1,2 м), потужні – більше 1,2 м. Для бурого вугілля, відповідно, – менше 2 м, 2,1–4,0 м і більше 4 м Групи витриманості вугільних пластів за коефіцієнтом варіації ( $V$ , %): витримані, відносно витримані та невитримані	-/-
4.2	Кути падіння пластів	Виділяються пласти з горизонтальним (0–5°), пологим (6–18°), похилим (19–35°), крутопохилим (36–55°) і крутим (56–90°) заляганням	Застосування без особливостей
4.3	Глибина залягання	Шахтні поля, які виділяються на глибоких (більше 1000 м від денної поверхні) горизонтах і за витриманістю потужності вугільних шарів і якістю вугілля і за характером тектоніки відповідають 1-й групі, належать до 2-ї групи Класифікації запасів унаслідок надзвичайної складності гірничогеологічних умов відпрацювання, детальне вивчення яких не забезпечується технічними засобами геологорозвідувальних робіт	Як правило, не застосовується. Для незначних запасів глибина залягання більше 1000 м від денної поверхні призводить до втрати промислового значення; здебільшого глибина їхнього відпрацювання не перевищує 650 м
4.4	Селективність видобутку	Група родовища (ділянки) залежить від передбачуваного способу (відкритий чи підземний, валовий чи селективний) розкриття і розробки родовища (ділянки). При цьому чим більша селективність (вибірковість) розробки, тим складніша геологічна будова родовища	Для незначних запасів недоцільне застосування систем селективного видобутку
4.5	Ступінь порушеності на тектонічно складних полях шахт (розрізів)	Розривні порушення за величиною амплітуди поділяються на п'ять класів: надзвичайно дрібні – менше 3 м, дрібні – 3–10 м, середні – 10–100 м, великі – 100–1000 м та надзвичайно великі – більше 1000 м	Застосування без особливостей
4.6	Гідрогеологічні умови	Величина можливих водопріпливів у гірничій виробці залежить, перш за все, від проникності середовища, тобто тріщинуватості й пористості порід масиву	-/-
5	Газовість	Метаносність ( $\text{м}^3$ метану на 1 т добового видобутку вугільних пластів і бічних порід), як правило, зростає зі збільшенням глибини розробки. Виділення метану є одним з істотних чинників, які впливають на собівартість видобутку. На газових шахтах збільшується кількість необхідного повітря на 1 т середньодобового видобутку. Більш складними та енергоємними стають системи провітрювання і підігріву повітря. Усе обладнання газових шахт створюється у вибухонебезпечному виконанні. Газовиділення справляє помітний вплив на вибір порядку відпрацювання шахтного поля і систем розробки (з мінімальною кількістю глухих і висхідних виробок)	-/-
5	Мінімальні запаси відокремлених блоків вугілля	Визначення мінімальних запасів пов'язано з обґрунтуванням способу розробки, капіталовкладень, річної потужності й техніко-економічних показників шахти. Також залежить від місця розташування і дефіцитності сировини в даному районі	Параметри переважно для шахт з великими запасами
6	Комплексність освоєння	Вміст супутніх компонентів: піриту, марказиту, германію, рубідію, цезію, індію, галію, урану, скандію, молібдену, свинцю і цинку, бітумів та ін.	-/-
7	Небезпека забруднення навколишнього середовища за наявності шкідливих сполук	Підвищений вміст сірки та інших елементів, що утворюють високотоксичні і лужні сполуки (ртуті, миш'яку, берилію, фтору, $K_2O$ , $Na_2O$ )	-/-
8	Ступінь техніко-економічного вивчення	Визначення гірничотехнічних, географо-економічних, соціально-економічних, економічних та інших умов промислового освоєння виявлених вугільних пластів, прийнятних способів і технологічних схем видобутку та переробки вугілля, а також умов реалізації товарної продукції гірничого виробництва. Розподіл на запаси, для яких проведено ГЕО-1, ГЕО-2, ГЕО-3	-/-
9	Промислове значення	За результатами техніко-економічних і вартісних розрахунків розподіл на балансові, позабалансові та умовно балансові запаси	-/-

Крім перелічених у табл. 1, для незначних запасів додатковий вплив мають такі чинники.

**Взаємне розташування пластів у світі.** При розробці зближених пластів необхідно враховувати черговість їхньої виїмки і більш складне (більш вартісне), ніж у звичайних випадках, підтримання виробленого простору. Обидва ці фактори обумовлюють застосування тільки певних способів розкриття та систем розробки.

**Гідрогеологічні умови.** Для незначних за запасами ділянок надр також характерним є гідрогеологічний зв'язок із затопленими старими гірничими виробками. Цей аспект може бути як позитивним (у разі дренажу старих гірничих виробок за рахунок відкачки води на діючих шахтах), так і негативним – при затопленні виробок старих гірничих робіт збільшенням водовідведення за рахунок гідрогеологічного зв'язку.

**Фізико-механічні властивості корисної копалини і вмисних порід, у тому числі:**

- тріщинуватість гірських порід ускладнює роботу породоруйнуючого інструменту на забої, збільшує водопроникність;

- гранулометричний склад вмисних гірських порід має велике значення для процесу переробки вугілля;

- стійкість гірських порід істотно впливає на вибір системи розробки, способу управління гірським тиском і конструкції кріплення виробок і очисного простору. Найбільш простим є управління обваленням глинистих і піщаних сланців, більш складним – пісковиків і вапняків;

- вологість корисної копалини і пористість, від яких безпосередньо залежать: механічна міцність, абразивність, водопроникність та інші властивості гірських порід;

- механічна міцність, яка залежить від мінералогічного складу, структури, пористості, вологості, характеру зв'язку між зернами, твердості й розміру часток і т. ін.

Далі проведено статистичний аналіз та аналіз чутливості найбільш важливих параметрів оцінки, що дало змогу визначити граничні та оптимальні значення показників. Для

проведення статистичного аналізу було створено вибірку із групи вугільних родовищ з незначними запасами, для яких зібрано і систематизовано такі показники:

1. складність геологічної будови та гірничо-геологічних умов розробки (за групами складності);
2. мінімальна загальна потужність, м;
3. максимальна загальна потужність, м;
4. середня загальна потужність, м;
5. витриманість пластів (за групами витриманості пластів);
6. площа шахтоділянки;
7. глибина залягання пластів, м;
8. кути падіння порід (від...до);
9. вологість, %;
10. зольність чистих вугільних пачок, %;
11. середня зольність з урахуванням засмічення, %;
12. вміст сірки, %;
13. вихід летких речовин середній, %;
14. кількість балансових запасів, тис. т;
15. експлуатаційні запаси, тис. т;
16. виробнича потужність, тис. т/рік;
17. термін будівництва, років;
18. термін експлуатації, років;
19. собівартість 1 т рядового вугілля, грн;
20. оптова ціна 1 т рядового вугілля, грн;
21. рентабельність за чистим прибутком, %.

Серед перелічених показників № 1–8 характеризують складність геологічної будови та гірничо-геологічних умов розробки, № 9–13 визначають якість, марки та напрям використання вугілля, показники № 14–21 стосуються кількості запасів і техніко-економічних параметрів їхньої розробки.

У табл. 2 наведено результати розрахунків з визначенням граничних та оптимальних параметрів для рентабельної розробки вугільних родовищ з незначними запасами.

Таблиця 2

Чинники та критерії, які визначають промислове значення вугільних родовищ з незначними запасами

Чинники, які впливають на промислове значення запасів	Критерії оцінювання запасів	Граничні значення параметрів	Оптимальні значення параметрів
Геологічні та гірничо-геологічні	Величина запасів	до 5 млн т	4–5 млн т
	Складність геологічної будови	складна (2-га група ) складності	проста, переважно проста (1-ша група складності)
	Глибина розробки	до 600 м	до 200–300 м
	Якість вугілля та напрям використання	А,Ж,К,П	А
	Ступінь геологічного вивчення (геологічні ризики)	С1+С2	А+В
Технологічні властивості	Збагачуваність	від легкої до дуже важкої, переважно середнього ступеня збагачуваності	легкого та середнього ступеня збагачуваності
Екологічні умови	Способи та системи розробки	підземний, камерна система, розкриття похилими стовбурами	підземний, камерна система, розкриття похилими стовбурами
	Існуючий стан геологічного середовища регіону	істотно порушений, спричинено попередніми добувними роботами, деколи критичний (за класифікацією Є.О. Яковлева)	частково порушений (за класифікацією Є.О. Яковлева)
Економічні передумови	Кон'юнктура ринків і ціна на сировину		
	Ціна вугілля	не нижче 400 грн/т	600 грн/т
	Виробнича потужність, тис. т/рік	не менше 5–10 тис. т	70
	Термін промислового освоєння, років	не менше 5 років	15
	Термін будівництва, років	не більше 3–4 років	менше 1 року
	Рентабельність проекту, %	15–18	20
Окупність капіталовкладень	не більше 2–3 років	менше 1 року	

У міжнародній практиці для визначення базових критеріїв оцінки гірничих проектів найчастіше використовують методи експертних оцінок, і окремі консалтингові компанії мають свій перелік факторів, які визначають ризики і переваги гірничого бізнесу. За експертною оцінкою компанії "Ernst & Young" (Top, 2017) для освоєння вугільних родовищ найважливішими є фактор наявності й використання заміників сировини. Саме собівартість і ціна використання інших видів енергетичних ресурсів може спричинити скорочення попиту на вугілля. Другим фактором для вугільних родовищ названо оптимізацію грошових засобів добувних підприємств. Фактор оптимізації грошових потоків спричинений обмеженням прогнозом щодо цін і попиту на ринку, що є результатом постійних змін кон'юнктури ринків. Добувні компанії намагаються утримати ліквідність балансу і максимізувати операційний грошовий потік для довгострокової рентабельності. Найчастіше компанії можуть ефективно контролювати ліквідність шляхом поступового скорочення витрат і забезпечувати підвищення ефективності капіталовкладень.

Третім фактором є наявність "соціальних дозволів" і можливості відновлення шахт. Негативні наслідки розробки родовищ, пов'язані із соціальними та екологічними факторами, впливають на імідж підприємств і ускладнюють отримання дозволів і ліцензій на видобуток вугілля. Для отримання "соціальної ліцензії" компаніям необхідно забезпечити стратегічні заходи в цьому напрямі й пов'язати ефективність виробництва з вигодами місцевих спільнот.

Для вибірки вугільних родовищ з незначними запасами було проведено аналіз чутливості вартісних показників освоєння (вартості ЧДГП (NPV), терміну окупності капіталовкладень (PP), коефіцієнта рентабельності (R) при зміні найбільш важливих параметрів оцінки – кількості запасів (табл. 3) та при зміні ціни реалізації товарної продукції (табл. 4). Результати розрахунків підтверджують значний вплив коливань кон'юнктури ринку і ціни на сировину, але також фіксують істотний вплив на рентабельність освоєння можливого непідтвердження кількості запасів.

Таблиця 3

## Результати аналізу чутливості вартості й рентабельності освоєння при зміні кількості запасів

	Зміна вихідних параметрів, %	NPV, %	PP	R, %
Базовий варіант	0	361,0	1,7	15,6
Зміна кількості запасів	-20	217,5	1,9	11,4
	-10	289,2	1,8	13,5
	10	414,7	1,7	17,1
	20	468,4	1,6	18,6

Таблиця 4

## Результати аналізу чутливості вартості й рентабельності освоєння при зміні ціни реалізації

	Зміна вихідних параметрів, %	NPV, %	PP	R, %
Базовий варіант	0	361,0	1,7	15,6
Дохід від реалізації/зміна ціни	-20	13,4	13,4	-3,9
	-10	187,2	7,6	5,8
	10	620,5	1,3	25,3
	20	880,1	0,9	35,1

**Висновки.** Для більшості родовищ першим визначальним критерієм оцінки є величина запасів. Великі за масштабом родовища можуть рентабельно розроблятися навіть при негативному впливі інших факторів промислової цінності. Прямо протилежні передумови характерні для родовищ вугілля з незначними запасами. Незначні кількості запасів, як правило, зумовлюють короткі терміни експлуатації ділянки надр з невисокими показниками продуктивності. Це є причиною необхідності прискореної окупності капіталовкладень, що в таких умовах – складне завдання.

Для вугільних родовищ з незначними запасами першочергове значення мають ті критерії, які безпосередньо впливають на найбільш критичний параметр – величину запасів вугілля і відповідно термін існування добувного підприємства. Такими критеріями є якість вугілля, що визначає напрям використання і його ліквідність, ступінь геологічного вивчення, який виражає геологічні ризики непідтвердження запасів і складність гірничотехнічних умов, які визначають способи і системи розкриття і розробки запасів.

Серед економічних факторів для вугільних родовищ загалом найбільший вплив має наявність використання заміників сировини та кон'юнктура ринків, ціна на сировину. Для родовищ з незначними запасами більший вплив може мати фактор цін і можливості видобутку, що передбачає наявність дозвільних документів і соціальних дозволів.

Промислового значення об'єкти з незначними запасами можуть набувати за сприятливості всіх інших умов освоєння – гірничотехнічних умов, які сприяють форму-

ванню низької собівартості видобутку, якості корисної копалини, сприятливої кон'юнктури ринку мінеральної сировини, локалізації об'єкта відносно споживачів та ін. При цьому головною передумовою залучення об'єктів з незначними запасами до експлуатації має бути їхній високий ступінь геологічного вивчення, а рішення про можливе промислове значення повинно прийматися після детальних техніко-економічних розрахунків.

## Список використаних джерел

- Енергетична стратегія України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність". (2011). Отримано з <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>.
- Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ вугілля. (2004). К: ДКЗ України.
- Каждан, А. Б. Кобахидзе, Л. П. (1985). Геолого-економіческая оценка месторождений полезных ископаемых. М: Недра.
- Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр. (1997). Офіційний вісник України, 19.
- Коржнев, М. М., Михайлов, В. А., Міщенко, В. С. та ін. (2006). Основи економічної геології. Навч. посібник. К.: Логос.
- Михайлов, В. А., Курило, М. М. (2014). Базові терміни і поняття економічної геології. Навч. посібник. К.: ВПЦ "Київський університет".
- Постанова КМУ від 11 серпня 2000 р. N 1257 "Про затвердження критеріїв, за якими визначаються незначні запаси корисних копалин". (2000). Отримано з <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1257-2000-%D0%BF>
- Закон України "Про затвердження Програми розвитку мінерально-сировинної бази України до 2030 року" (2011). <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3268-17>
- Рудько, Г. І., Курило, М. М., Радванов, С. В. (2011). Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин. К.: АДЕФ-Україна.
- Рудько, Г. І., Плотников, О. В., Курило, М. М., Радванов, С. В. (2010). Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів. К.: Академпрес.
- Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves. (2012). Отримано з [http://www.jorc.org/docs/JORC\\_code\\_2012.pdf](http://www.jorc.org/docs/JORC_code_2012.pdf).

Top 10 business risks facing mining and metals, 2016–2017. (2017). Отримано з <http://www.ey.com/GL/en/Industries/Mining-Metals/Business-risks-in-mining-and-metals>

Wellmer, E. W. (1986). Economic evaluation in exploration. Berlin, Springer Verlag.

#### References

Energy strategy of Ukraine for the period until 2035 "Safety, energy efficiency, competitiveness". (2011). Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> [in Ukrainian]

Instruction for application of the classification of mineral reserves and resources of the state fund for coal deposits. (2004). K.: DKZ of Ukraine. [in Ukrainian]

Kazhdan, A. B. Kobakhidze, L. P. (1985). Geological and economic estimation of mineral deposits. M: Nedra. [in Russian]

Classification of mineral reserves and resources of the state fund of subsoil. (1997). Official Bulletin of Ukraine, 19. [in Ukrainian]

Korzhev, M.M., Mikhailov, V.A., Mischenko, V. S. et al. (2006). Fundamentals of Economic Geology. Teach. manual. K.: Logos. [in Ukrainian]

Mikhailov, V.A., Kurilo, M.M. (2014). Basic terms and concepts of economic geology. Teach. manual. K.: VPC "Kyiv University". [in Ukrainian]

Government Resolution N 1257 of 11 August 2000 "Approval of criteria for defining insignificant reserves of minerals". (2000). Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1257-2000-%D0%BF> [in Ukrainian]

Law of Ukraine "Approval of Program of development of the mineral-raw material base of Ukraine until 2030". (2011). Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3268-17> [in Ukrainian]

Rudko, G.I., Kurylo, M.M., Radovanov, S.V. (2011). Geological and economic assessment of mineral deposits. K.: ADEF-Ukraine. [in Ukrainian]

Rudko, G.I., Plotnikov, O.V., Kurilo, M.M., Radovanov, S.V. (2010). Economic geology of deposits of ferruginous quartzites. K.: Academy Press. [in Ukrainian]

Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves. (2012). Retrieved from [http://www.jorc.org/docs/JORC\\_code\\_2012.pdf](http://www.jorc.org/docs/JORC_code_2012.pdf).

Top 10 business risks facing mining and metals, 2016–2017. (2017). Retrieved from <http://www.ey.com/GL/en/Industries/Mining-Metals/Business-risks-in-mining-and-metals>

Wellmer, E. W. (1986). Economic evaluation in exploration. Berlin, Springer Verlag.

Надійшла до редколегії 10.08.18

M. Kurylo, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.,

E-mail: [kurilo@mail.univ.kiev.ua](mailto:kurilo@mail.univ.kiev.ua)

Taras Schevchenko National University of Kyiv

Institute of Geology, 90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

V. Bala, E-mail: [bala@dkz.gov.ua](mailto:bala@dkz.gov.ua)

State Commission of Ukraine on Mineral Resources

18/7 Generala Almazova Str., of. 816, Kyiv, 01133, Ukraine

## GEOLOGICAL AND ECONOMIC CRITERIA OF INDUSTRIAL VALUE OF COAL DEPOSITS WITH INSIGNIFICANT RESERVES

*The purpose of this study is to analyze and systematize criteria by which, in domestic and international practice, the industrial value of coal deposits with small and insignificant reserves is determined. The analysis and systematization of such factors in general for all coal deposits with the definite definition of the most influential characteristics for small stocks are carried out.*

*Mining and geological factors, which are caused by natural characteristics of the deposit and directly related to the concrete object, are determined, and there have been singled out factors concerning the minerals in general or characterizing the external conditions of industrial development of deposits. For coal deposits with insignificant reserves, the criteria that directly affect the most critical parameter - the value of coal reserves and, consequently, the lifetime of the mining enterprise have paramount importance. Such criteria are the quality of coal, which defines the direction of use and its liquidity, the degree of geological study, which expresses the geological risks of reserves confirmation, and the complexity of mining technical conditions that define methods and systems for the reserves disclosure and development.*

*In general, external factors for coal deposits are most affected by the availability of raw material substitutes and market conditions, and coal prices. For deposits with insignificant reserves, prices and possibility of mining, which involves availability of licenses and social permits, may have a greater impact.*

*Industrial significance of deposit with insignificant reserves may appear favorable of all other conditions of development - mining and technical conditions that form low cost of production, coal quality, favorable market conditions for mineral raw materials, localization of the deposit near consumers, etc. At the same time, the main prerequisite for attracting objects with insignificant reserves to exploitation should be their high degree of geological study. Decision about possible industrial significance should be taken after detailed technical and economic calculations.*

*Keywords: industrial significance, insignificant coal reserves, evaluation criteria.*

M. Курило, канд. геол. наук, доц.,

E-mail: [kurilo@mail.univ.kiev.ua](mailto:kurilo@mail.univ.kiev.ua)

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

УНІ "Інститут геології", ул. Васильківська, 90, г. Київ, 03022, Україна

V. Бала, E-mail: [bala@dkz.gov.ua](mailto:bala@dkz.gov.ua)

ГКЗ України, ул. Генерала Алмазова, 18/7, оф. 816, Київ, 01133, Україна

## ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЦЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫМИ ЗАПАСАМИ

*Целью данного исследования является анализ и систематизация критериев, по которым в отечественной и международной практике устанавливают промышленное значение угольных месторождений с незначительными запасами. Проведен анализ и систематизация таких факторов в целом для всех угольных месторождений с последующим определением наиболее важных характеристик именно для незначительных запасов.*

*Определены горно-геологические факторы, которые обусловлены природными характеристиками месторождения и непосредственно относятся к конкретному объекту, и факторы, касающиеся полезного ископаемого в общем или которые характеризуют внешние условия промышленного освоения недр. Для угольных месторождений с незначительными запасами первостепенное значение имеют те критерии, которые влияют на наиболее критический параметр – величину запасов угля и, соответственно, срок существования добывающего предприятия. Такими критериями являются: качество угля, что определяет направление использования и его ликвидность, степень геологического изучения, которая выражает геологические риски неподтверждения запасов, и сложность горнотехнических условий, которые определяют способы и системы раскрытия и разработки запасов.*

*Среди внешних факторов на угольные месторождения в основном наибольшее влияние оказывает наличие использования заменителей сырья и конъюнктура рынков, цены на сырье. Для месторождений с незначительными запасами большее влияние может иметь фактор цен и правовые возможности добычи, что предполагает наличие разрешительных документов и социальных разрешений.*

*Промышленное значение объекты с незначительными запасами могут приобретать при благоприятном влиянии всех других условий освоения (кроме количества запасов) – горнотехнических условий, способствующих формированию низкой себестоимости добычи, качества полезного ископаемого, благоприятной конъюнктуры рынка минерального сырья, локализации объекта по отношению к потребителям и др. При этом главным условием привлечения объектов с незначительными запасами в эксплуатацию является высокая степень геологического изучения, а решение о возможном промышленном значении должно приниматься после детальных технико-экономических расчетов.*

*Ключевые слова: промышленное значение, незначительные запасы угля, критерии оценки.*