

УДК 622.232

Віталій Макаров*, к.т.н., ст. досл., <https://orcid.org/0000-0003-1068-5923>

Микола Перов, <https://orcid.org/0000-0002-0654-5648>

Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150,
Україна

*Автор-кореспондент: makarov-v-m@ukr.net

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ДЮЧИХ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Анотація. Розроблено нову методику ранжування вугільних шахт за інтегральним коефіцієнтом перспективності. На відміну від відомих, в розробленій методиці використано систему доступних для широкого загалу обсягових, технологічних, фінансово-економічних, безпекових, екологічних та соціальних критеріїв функціонування підприємств вугільної промисловості. Ці критерії приведені до співставного вигляду. Також в методиці враховано ступінь важливості кожного критерію з позицій його впливу на техніко-економічний рівень шахти. До системи критеріїв перспективності вуглевидобувних підприємств увійшли: встановлена виробнича потужність шахт, обсяги видобутку вугілля, обсяги видобутку вугілля з використанням нових технологій, собівартість вугільної продукції, категорія шахт за раптовими викидами вугілля і газу, чисельність працівників та чисельність жителів громади, де розташована шахта, обсяги викидів метану. З метою виявлення неперспективних шахт, по яких буде розглянута доцільність подальшої експлуатації або закриття, було обчислено рейтинги шахт. При проведенні розрахунків було враховано вимоги СОТ щодо перспективності вуглевидобувних підприємств, а також наслідки воєнних дій в Україні. Аналіз перспективності шахт провадився по двох напрямках використання вугільної продукції, відповідно для потреб енергетики та коксохімії. Використання розробленої методики дозволило сформуванню перелік перспективних вуглевидобувних підприємств з видобутку енергетичного та коксівного вугілля. Результати досліджень надають можливість приймати управлінські рішення щодо подальшої експлуатації або закриття неперспективних вуглевидобувних підприємств при розробці прогнозів забезпечення вугільним паливом теплової енергетики та економіки країни в цілому. Рішення про доцільність подальшої експлуатації буде прийматися для шахт нижчої групи.

Ключові слова: вугільна промисловість, методика, ранжування, критерії, перспективність.

1. Вступ

Прогнозні запаси вугілля в Україні становлять 117,5 млрд т [1], у тому числі розвідані запаси – 56 млрд т, з них енергетичних марок – 39 млрд т, – цього достатньо для підтримки видобутку на нинішньому рівні протягом понад 400 років.

За даними Мінергетики, видобуток вугілля в Україні [2] станом на 1999 р. скоротився приблизно в 1,7 рази проти 1991 р., в якому було видобуто 135 млн т. Протягом 1999–2013 рр. рівень видобутку залишався практично незмінним у діапазоні 72–86 млн т вугілля на рік.

У 2014–2021 рр. через воєнні дії спостерігається катастрофічне падіння вуглевидобування. У 2014 р. видобуток вугілля впав до 65 млн т, а у 2021 р. вже становив 29,5 млн т.

Після початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну чверть державних шахт опинилась на тимчасово захопленій території [3].

Загалом з 24.02.2022 р. у вуглевидобувних районах Донбасу затоплено 10 вугільних шахт [4]. На Донеччині у Вугледарі через обстріл затоплено шахту «Південнодонбаська №3 ім. М.С. Сургая». Це одна з найновіших шахт, яка мала 130 млн т вугілля балансових запасів, вміст сірки становив 0,9–1,8%. Поруч із нею затоплено шахту «Південнодонбаська №1».

Також існує реальна загроза затоплення шахти «Центральна» ДП «Мирноградвугілля», з якої наразі ще вдається відкачувати шахтні води. Заміну трубопроводу водовідливу в шахтному стволі виконати неможливо. Шахта не видобуває вугілля у зв'язку із затопленням окремих виробок.

Докладаються зусилля для підтримки діяльності шахти «Курахівська» ДП «Селидіввугілля», де вже затоплені нижні горизонти.

В Луганській області від початку повномасштабного вторгнення Росії було затоплено 8 вугільних шахт – 4 шахти ДП «Первомайськвугілля» та 4 шахти ДП «Лисичанськвугілля».

Таким чином, через втрату всіх шахт Луганської області та окремих шахт Донецької області, внаслідок повномасштабного вторгнення Росії, раніше розроблені прогнози розвитку вугільної промисловості України [5]–[7] потребують коригування.

На даний час процес забезпечення паливом теплової енергетики та економіки країни потребує окремої уваги з огляду на об'єктивно наявну нестабільність структури паливної бази вугілля в країні, суттєву невизначеність секторів споживання вугільної продукції [8].

Українські та зарубіжні вчені звертались до різних методологічних питань у галузі розвитку вугільної промисловості: Кіашко Ю.І. (оцінка ефективності шахт при різних варіантах використання очисного обладнання) [9], Кулик М.М., Алавердян Л.М. (оптимізація розвитку вугільної промисловості) [10]–[11], Павленко І.І. (прогнозування розвитку вугільної промисловості з обмеженими інвестиціями) [12], Хендерсон Дж. (модель попиту та пропозиції на ринках вугільної продукції) [13], Сувала В. (модель реструктуризації вугільної промисловості) [14] та інші [15]–[23].

Для вугільної галузі особливу актуальність має задача визначення методичних підходів до оцінки техніко-економічних параметрів вугільних шахт та їх формалізація.

У 2010 р. Міністерством вугільної промисловості України був проведений розподіл вуглевидобувних підприємств на групи за їх економічним і виробничим станом [24]. У 2020 р. був розроблений проєкт концепції реформування вугільної галузі [25], що передбачав передачу частини шахт до ресурсної бази «Центренерго» з подальшою приватизацією, частина буде приватизована окремо, а ті, що не знайдуть приватного інвестора, будуть ліквідовані. Ці розподіли шахт за перспективністю були проведені методом експертних оцінок і не мали формальних критеріїв.

Спроба формалізації диференційованого підходу до ефективності розподілу бюджетних коштів між окремими вугільними підприємствами із урахуванням терміну відпрацювання запасів і часового інтервалу прогнозування розглянута в роботі [26]. На основі даних з паспортів шахт і їх економічних показників, математичними методами визначався інтегральний показник перспективності. Як складові використовувалися дані про технологічні, економічні і природні чинники, що впливають на виробничо-економічний стан підприємства: встановлена виробнича потужність шахти, фактичний річний обсяг видобутку, рівень механізації очисних і підготовчих робіт, оптова ціна і собівартість 1 тонни вугілля, глибина підрахунку промислових запасів, середня глибина розробки пластів, середньодинамічна потужність пластів, кут падіння пластів, що розробляються, середнє значення зольності вугілля, що видобувається, водопривив, газоносність пластів.

В основі другого підходу до оцінки виробничо-економічного потенціалу вугільних підприємств застосована методика, заснована на методі аналізу ієрархій [27]. Всі показники, що характеризують виробничо-економічний стан вугільного підприємства, сформовані в три групи: техніко-технологічні, виробничо-економічні і фінансові. До першої групи включені: коефіцієнт використання діючої виробничої потужності, рівень концентрації гірничих робіт, рівень інтенсифікації очисних робіт, питома вага застосування стовпових систем розробки, ефективність гірничопрорідницьких робіт, рівень комплексної механізації, рівень проведення виробок прохідницькими комбайнами, питома протяжність гірських виробок. У другій групі об'єднані: собівартість видобутку, термін відпрацювання запасів, рівень витрат, фондівіддача, продуктивність праці робітника з видобування, трудомісткість виймання вугілля, коефіцієнт реалізації потреб інноваційного розвитку, коефіцієнт зносу обладнання. У третій групі – коефіцієнт фінансової незалежності, коефіцієнт фінансування, коефіцієнт покриття, коефіцієнт оборотності поточних активів, тривалість обороту поточних активів,

оборотність дебіторської заборгованості, оборотність кредиторської заборгованості, рентабельність всього капіталу.

За третьою методикою [28] пропонується визначати коефіцієнт, нормалізований в інтервалі [0, 1], який відображає рівень перспективності (привабливості для вкладення інвестицій в реконструкцію діючих шахт з приростом потужності). Цей коефіцієнт може бути визначений на основі гірничо-геологічних, технологічних та економічних показників і розраховується виходячи з величини промислових запасів шахти, її виробничої потужності, а також оптової ціни і собівартості вугільної продукції.

Виходячи з даних фінансової діяльності підприємства, визначається фінансовий стан шахт. Рекомендовані показники для оцінки фінансового стану підприємств (платоспроможність, рентабельність, вартість основних фондів, динаміку кредиторсько-дебіторської заборгованості, залежність від структурних змін в економіці і галузі, обсяги балансових запасів тощо) розглядаються в роботі [29], та з врахуванням часових лагів в роботі [30]. У роботі [31] пропонується методика групування шахт на основі рейтингової оцінки за сукупністю факторів (зольність вугілля, обсяг видобутку, навантаження на очисний вибій, собівартість), які впливають на загальний рівень техніко-економічних показників шахти та прийняття рішення про подальшу експлуатацію.

Для більш повної порівняльної характеристики шахт автором роботи [32] рекомендовано спільне використання коефіцієнтів економічної надійності і загальної характеристики шахти та запропоновано порядок визначення інвестиційної привабливості шахт: спочатку визначаються коефіцієнти загальної характеристики і встановлюється ранг шахти в порядку зростання коефіцієнтів, потім для шахт, що залишилися, розраховується коефіцієнт економічної надійності з остаточним вибором шахт, які представляють найбільший інтерес для інвестора.

Розглянуті методи визначення перспективності вугільних підприємств вимагають великої кількості геологічних, технологічних, економічних та інших даних, які неможливо отримати в умовах воєнного часу.

У зв'язку з цим актуальним є створення методики ранжування вугільних шахт за перспективністю з використанням системи доступних для широкого загалу обсягових, технологічних, фінансово-економічних, безпекових, екологічних та соціальних критеріїв функціонування підприємств вугільної промисловості.

2. Методи та матеріали

Вугільні підприємства відрізняються від інших тим, що вони розраховані на роботу в досить обмежений відрізок часу. Згідно з вимогами Світової організації торгівлі (СОТ) перспективними вважаються шахти із забезпеченістю балансовими запасами не менш ніж на три роки.

Значення промислових запасів i -ї шахти використані за даними «Державного балансу запасів корисних копалин України», а виробнича потужність враховувалась за даними Мінвуглепрому України станом на 1 січня 2018 р. [33].

Методика ранжування вугільних шахт за системою критеріїв перспективності підприємств вугільної галузі враховує обсягові, технологічні, фінансово-економічні, безпекові, екологічні та соціальні чинники функціонування вугільної промисловості країни, приведені до співставного вигляду.

1. Обсяговий чинник.

Коефіцієнт використання встановленої потужності K_1 враховує взаємозв'язок між технологічними факторами та величиною встановленої виробничої потужності шахти:

$$K_1 = \left(\frac{V_i}{W_i} \right) / \left(\frac{V_i}{W_i} \right)^{\max}, \quad (1)$$

де V_i – фактичний обсяг видобутку i -ї шахти, тис. т/рік; W_i – встановлена виробнича потужність i -ї шахти, тис. т/рік.

2. Технологічний чинник.

Базуючись на доступній базі даних, для порівняння технологічних параметрів окремих підприємств був використаний коефіцієнт K_2 , який ілюструє технологічний рівень даного підприємства:

$$K_2 = \left(\frac{V_{ni}}{V_i} \right) / \left(\frac{V_{ni}}{V_i} \right)^{\max}, \quad (2)$$

де V_{ni} – фактичний обсяг видобутку i -ї шахти з використанням сучасних технологій, тис. т/рік.

3. Фінансово-економічний чинник.

Основними показниками успішної роботи вугільних підприємств є не тільки виконання плану з видобутку вугілля, але й показники, величина яких залежить від результатів роботи всіх виробничо-господарських ланок шахти або розрізу: собівартості, прибутку, рентабельності й інших економічних чинників. У річних витратах шахти приблизно 40% не залежать від кількості видобутого вугілля, а в масштабах місяця питома вага таких витрат може перевищувати 60%.

Підсумовуючи вищенаведене, при розгляді питання визначення перспективності шахт у ринкових умовах та при визначенні залежності зростання виробничої потужності від капітальних вкладень в якості економічного чиннику приймемо собівартість готової вугільної продукції. Оперуючи цим критерієм, можна обчислити коефіцієнт впливу економічних факторів на перспективність як окремих вугільних підприємств, так і груп шахт з видобутку вугілля певної марочної приналежності. Таким чином, приймаємо, що коефіцієнт впливу економічних факторів K_3 для кожної шахти визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{S_i^{\min}}{S_i}, \quad (3)$$

де S_i – собівартість 1 т готової вугільної продукції i -ї шахти, грн; S_i^{\min} – мінімальна собівартість 1 т готової вугільної продукції з вибірки шахт, грн.

4. Безпековий чинник.

Вугільна шахта – це гірниче підприємство підвищеної небезпеки, під час виробничої діяльності в підземних виробках якої можуть виникнути небезпечні та шкідливі виробничі чинники, від дії яких працівники мають бути захищені.

Всі вугільні шахто-пласти за ступенем їх небезпеки за раптовими викидами вугілля і газу поділяються на: безпечні; загрозливі; небезпечні; особливо небезпечні пласти або ділянки.

Коефіцієнт безпеки виробництва K_4 характеризується ступенем небезпеки шахт за раптовими викидами вугілля і газу:

$$K_4 = \frac{1}{B_i}, \quad (4)$$

де B_i – категорія i -ї шахти за раптовими викидами вугілля і газу.

5. Соціальний чинник.

Важливим питанням є врахування соціального фактора шахтарського регіону з видобутку вугілля. Робота на шахтах у цих регіонах є основним джерелом наповнення сімейного бюджету. Очевидно, що в невеликих населених пунктах, де концентрація шахтарських професій вища, ця проблема стоїть дуже гостро. Запропоновано визначити коефіцієнт соціального навантаження K_5 таким чином, щоб забезпечити робочі місця для працівників галузі. Визначимо цей параметр за формулою:

$$K_5 = \left(\frac{N_i}{M_i} \right) / \left(\frac{N_i}{M_i} \right)^{\max}, \quad (5)$$

де N_i – чисельність працівників i -ї шахти, чол.; M_i – чисельність жителів громади, де розташована i -та шахта, чол.

6. Екологічний чинник.

Ще одним з факторів, який доцільно враховувати при визначенні інтегрального коефіцієнта привабливості шахт в умовах вступу України до ЄС, є коефіцієнт екологічної прийнятності K_6 . За основу для розрахунку коефіцієнта екологічної прийнятності беруться значення питомих викидів метану при видобутку вугілля.

$$K_6 = \frac{Q_i^{\min}}{Q_i}, \quad (6)$$

де Q_i – питомі викиди метану на 1 тону видобутку на i -й шахті, $\text{м}^3/\text{т}$; Q_i^{\min} – мінімальні викиди метану на 1 тону видобутку з вибірки шахт, $\text{м}^3/\text{т}$.

Територіальні умови видобутку вугілля в Україні та його цінність для споживання обумовлені розподілом всіх шахт на дві групи (енергетичне та коксівне), в яких проводиться ранжирування.

Таким чином, перспективність шахт України пропонується визначати за безрозмірним інтегральним коефіцієнтом перспективності R_i за формулою:

$$R_i = \sum_{j=1}^m (K_{i,j} \cdot a_j), \quad (7)$$

де m – кількість чинників функціонування вуглевидобувних підприємств; $K_{i,j}$ – j -й чинник i -ї шахти; a_j – безрозмірний коефіцієнт значимості j -го одиничного чинника функціонування вуглевидобувних підприємств, який відображує ступінь важливості цього чинника з позицій його впливу на техніко-економічний рівень шахти. Для розрахунків прийняті наступні значення безрозмірних коефіцієнтів значимості: $a_1 = 0,20$; $a_2 = 0,22$; $a_3 = 0,18$; $a_4 = 0,10$; $a_5 = 0,14$; $a_6 = 0,16$. При цьому

$$\sum_{j=1}^m a_j = 1. \quad (8)$$

При визначенні перспективності шахт вважається, що кращі вугільні підприємства мають вищий коефіцієнт перспективності R_i .

3. Результати

З метою виявлення неперспективних (збиткових) шахт, по яких буде розглянута доцільність експлуатації (або закриття), було обчислено відповідні рейтинги. Аналіз провадився по двох напрямках використання вугільної продукції, відповідно для потреб енергетики та коксохімії. Загальний обсяг вибірки складає 44 шахти, які мають виробничу потужність станом на 01.01.2022 р. (табл. 1).

До групи енергетичного вугілля увійшли 40 шахт, з яких дві шахти («Великомостівська» ДП «Львіввугілля» та «Благодатна» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля») забезпечені запасами на 1–3 роки і згідно з вимогами СОТ не можуть вважатися перспективними.

Як видно з табл. 2, до найбільш перспективних належать приватні шахти ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля», ТДВ «ш. Білозірська» та найпотужніші державні шахти ДП «ш. ім. М.С. Сургая» і ДП «ш/у Південнодонбаське №1». Рейтинг цих шахт знаходиться в діапазоні 0,78–0,55. Далі йдуть шахти ДП «Львіввугілля» з рейтингом 0,54–0,48.

Шахти ДП «Селидіввугілля» та ДП «Волиньвугілля» мають рейтинги в діапазоні 0,41–0,34.

Найнижчий рейтинг (менше 0,3) мають шахти ДП «Мирноградвугілля», ДП «Первомайськвугілля» та ДП «Лисичанськвугілля», крім шахт «ім. Д.Ф. Мельникова» ($R = 0,43$), «Тошківська» ($R = 0,38$) та «Гірська» ($R = 0,37$).

Слід зазначити, що на момент оформлення цієї статті з'явилася інформація про затоплення 10 вугільних шахт у районах бойових дій [4]. У табл. 1, 2 ці шахти позначено курсивом.

Таблиця 1. Вихідні дані для розрахунку коефіцієнтів перспективності вугільних шахт України

Шахта	Марка вугілля	Призначення	Видобуто у 2021 р., тис. т	Промислові запаси на 01.01.22, тис. т	Виробнича потужність на 01.01.18, тис. т	Використання технологій НТР, %	Зольність, %	Собівартість, грн/т	Метановість, м3/т	Чисельність робітників, чол.	Населення регіону, чол.	Категорія шахти
Донецька область												
Покровське	К	К	6223	134766	5545	100	27	1170	25,7	6643	81538	3
Південнодонбаське № 1	ДГ	Е	216	47512	700	100	29	2878	2,0	2328	26338	1
Добропільська	Г	Е	1188	52645	1100	100	39	1870	12,4	1875	72817	1
Новодонецька	Г	Е	677	76437	1200	100	43	2118	13,5	1672	72817	1
Алмазна	Г	Е	810	54890	1290	100	47	2151	34,8	1180	72817	1
ім. М.С. Сургая	Г	Е	466	130126	1000	100	5	2489	47,5	2490	26338	1
Білозирська	Г	Е	614	67368	1300	100	40	2218	35,0	1311	72817	1
Капітальна	Г	Е	372	92674	860	100	42	2974	20,0	2186	48468	2
Краснолиманська	Ж	К	655	226976	1900	100	63	4460	19,6	5730	81538	2
Курахівська	ДГ	Е	22	87418	235	39	47	8970	2,0	865	62819	1
Піонер	Г	Е	0,05	73692,95	800	100	40	4912	18,0	717	72817	1
Україна	ДГ	Е	9	62019	400	57	47	5732	5,0	1142	62819	1
Котляревська	Г	Е	121	50659	410	100	16	8341	20,0	1564	62819	1
Центральна	Ж	К	168	12407	300	42	37	4173	21,9	1245	67394	3
№ 1/3 Новогродівська	Г	Е	514	44020	800	29	41	3421	12,0	2134	62819	1
Торецька	Ж	К	67	14497	110	10	28	5325	30,0	870	67394	2
5/6	Г	Е	17	15392	135	10	12	8208	20,0	520	48468	1
Центральна	Г	Е	22	37591	140	10	48	10388	20,0	560	48468	1
Луганська область												
Тошківська	ДГ	Е	47	29966	200	100	30	7455	6,1	661	36814	3
Гірська	Г	Е	51	44105	400	100	22	5574	50,8	1569	36814	3
ім. Д.Ф. Мельникова	ДГ	Е	23	46968	700	100	40	4385	18,6	1379	133258	1

Шахта	Марка вугілля	Призначення	Видобуто у 2021 р., тис. т	Промислові запаси на 01.01.22, тис. т	Виробнича потужність на 01.01.18, тис. т	Використання технологій НТР, %	Зольність, %	Собівартість, грн/т	Метановість, м3/т	Чисельність робітників, чол.	Населення регіону, чол.	Категорія шахти
<i>Карбоніт</i>	Г	Е	73	39600	300	59	26	6152	31,9	1124	36814	2
<i>Привольнянська</i>	ДГ	Е	17	42582	100	10	35	10091	4,8	320	133258	1
<i>ім. Г.Г. Капустіна</i>	ДГ	Е	28	19501	110	10	42	8083	20,0	805	133258	1
<i>Новодружеська</i>	ДГ	Е	19	34905	100	10	37	10720	35,9	496	133258	1
<i>Золоте</i>	Г	Е	1	27798	300	10	38	17158	54,3	630	36814	1
Дніпропетровська область												
Західно-Донбаська	ДГ	Е	2402	95520,8	2350	100	22	1539	22,1	3394	28836	1
Степова	Г	Е	1997	49641,2	1900	100	24	1606	23,7	3277	28000	1
Дніпровська	ДГ	Е	2162	53274,4	1800	100	26	1690	9,8	3062	28836	1
Ювілейна	Г	Е	1561	38784,2	1600	100	21	1752	10,7	3200	28000	1
Тернівська	ДГ	Е	1625	10858,4	1400	100	22	1787	15,0	2940	28836	1
Самарська	ДГ	Е	1584	20772,7	1650	100	23	1755	13,7	2635	28836	1
Павлоградська	ДГ	Е	1534	18188,1	2700	100	21	1460	13,2	2875	103073	1
ім. М.І. Сташкова	ДГ	Е	11	17048,8	1400	100	25	2068	6,7	3028	27892	1
Благодатна	ДГ	Е	125	1948,7	1700	100	27	1714	14,0	2500	103073	1
ім. Героїв Космосу	ДГ	Е	3030	94195,3	3100	100	24	1745	18,7	3140	103073	1
Львівська область												
Лісова	Г	Е	172	9510	250	100	28	3612	40,0	1050	98100	1
Межирічанська	Г	Е	239	9940	300	100	30	3752	40,0	1004	66504	1
Відродження	Г	Е	248	6419	350	100	55	3601	40,0	1089	98100	1
Червоноградська	Г	Е	143	20410	360	100	46	3667	40,0	992	66504	1
Великомостівська	Г	Е	113	884	280	100	50	4040	40,0	876	66504	1
Степова	Г	Е	259	38605	500	100	23	3528	40,0	1183	98100	1
Волинська область												
Бужанська	ДГ	Е	11	5089	220	34	49	6718	2,0	634	50417	1
№ 9 Нововолинська	ДГ	Е	13	1255	160	16	51	7455	2,0	568	50417	1

Таблиця 2. Рейтинг шахт з видобутку енергетичного вугілля за перспективністю

Шахта	Коефіцієнти перспективності						Рейтинг шахти R
	Обсяговий K1	Технологічний K2	Економічний K3	Безпековий K4	Соціальний K5	Екологічний K6	
Степова	0,882	1,000	0,729	1,000	0,994	0,084	0,780
Західно-Донбаська	0,802	1,000	0,760	1,000	1,000	0,090	0,772
Ювілейна	0,823	1,000	0,668	1,000	0,971	0,187	0,771
Дніпровська	0,809	1,000	0,692	1,000	0,902	0,204	0,765
Тернівська	0,891	1,000	0,655	1,000	0,866	0,133	0,759
Південнодонбаське № 1	0,478	1,000	0,407	1,000	0,751	1,000	0,754
Самарська	0,795	1,000	0,667	1,000	0,776	0,146	0,731
ім. М.І. Сташкова	0,595	1,000	0,566	1,000	0,922	0,299	0,718
Добропільська	1,000	1,000	0,626	1,000	0,219	0,161	0,689
Павлоградська	0,807	1,000	0,801	1,000	0,237	0,152	0,683
ім. М.С. Сургая	0,499	1,000	0,470	1,000	0,803	0,042	0,624
Новодонецька	0,650	1,000	0,552	1,000	0,195	0,148	0,600
ім. Героїв Космосу	0,430	1,000	0,671	1,000	0,259	0,107	0,580
Алмазна	0,580	1,000	0,544	1,000	0,138	0,057	0,562
Білозірська	0,528	1,000	0,527	1,000	0,153	0,057	0,551
Лісова	0,714	1,000	0,324	1,000	0,091	0,050	0,542
Межирічанська	0,536	1,000	0,312	1,000	0,128	0,050	0,509
Відродження	0,514	1,000	0,325	1,000	0,094	0,050	0,503
Червоноградська	0,476	1,000	0,319	1,000	0,127	0,050	0,498
Капітальна	0,355	1,000	0,393	0,500	0,383	0,100	0,482
Степова	0,381	1,000	0,332	1,000	0,102	0,050	0,478
ім. Д.Ф. Мельникова	0,149	1,000	0,267	1,000	0,088	0,108	0,427
Піонер	0,095	1,000	0,238	1,000	0,084	0,111	0,411
Бужанська	0,146	0,340	0,174	1,000	0,107	1,000	0,410
Котляревська	0,043	1,000	0,140	1,000	0,212	0,100	0,399
Курахівська	0,062	0,390	0,130	1,000	0,117	1,000	0,398
Тошківська	0,121	1,000	0,157	0,333	0,153	0,328	0,380
Гірська	0,135	1,000	0,210	0,333	0,362	0,039	0,375
Україна	0,125	0,570	0,204	1,000	0,154	0,400	0,373
№ 9 Нововолинська	0,151	0,160	0,157	1,000	0,096	1,000	0,367
№ 1/3 Новогродівська	0,259	0,290	0,342	1,000	0,289	0,167	0,344
Карбоніт	0,137	0,590	0,190	0,500	0,259	0,063	0,288
Привольнянська	0,105	0,100	0,116	1,000	0,020	0,417	0,233
ім. Г.Г. Капустіна	0,175	0,100	0,145	1,000	0,051	0,100	0,206
5/6	0,137	0,100	0,143	1,000	0,091	0,100	0,204
Центральна	0,069	0,100	0,113	1,000	0,098	0,100	0,186
Новодружеська	0,088	0,100	0,109	1,000	0,032	0,056	0,173
Золоте	0,008	0,100	0,068	1,000	0,145	0,037	0,162

До групи коксівного вугілля увійшли 4 шахти (табл. 3).

Найбільший рейтинг має ПАТ «ш/у «Покровське»» (R = 0,69), у вугільної компанії «Краснолиманська» рейтинг – 0,43. Рейтинг менше 0,3 мають шахти ДП «Торецьквугілля».

Таблиця 3. Рейтинг шахт з видобутку коксівного вугілля за перспективністю

Шахта	Коефіцієнти перспективності						Рейтинг шахти R
	Обсяговий K1	Технологічний K2	Економічний K3	Безпековий K4	Соціальний K5	Екологічний K6	
Покровське	0,725	1,000	1,000	0,333	0,692	0,078	0,688
Краснолиманська	0,052	1,000	0,262	0,500	0,597	0,102	0,428
Центральна	0,399	0,420	0,280	0,333	0,157	0,091	0,293
Торецька	0,555	0,100	0,220	0,500	0,110	0,067	0,249

Рішення про доцільність подальшої експлуатації (або закриття), за результатами розрахунків, буде прийматися для шахт нижчої групи. Проте кінцеве рішення про закриття (при середньому рівні R) приймається лише за умов повної відсутності прирізки прилеглих запасів.

4. Висновки

У статті представлено нову методику ранжування вугільних шахт за інтегральним коефіцієнтом перспективності, в якій, на відміну від відомих, використано систему доступних для широкого загалу обсягових, технологічних, фінансово-економічних, безпекових, екологічних та соціальних критеріїв функціонування вугільної промисловості, приведених до співставного вигляду і з урахуванням коефіцієнтів значимості кожного критерію. До цих критеріїв увійшли: встановлена виробнича потужність шахт, обсяги видобутку вугілля, обсяги видобутку вугілля з використанням нових технологій, собівартість вугільної продукції, категорія шахт за раптовими викидами вугілля і газу, чисельність працівників та чисельність жителів громади, де розташована шахта, обсяги викидів метану.

Використання розробленої методики дозволило сформувати перелік перспективних вуглевидобувних підприємств з видобутку енергетичного та коксівного вугілля.

Результати досліджень можуть бути використані для прийняття управлінських рішень щодо подальшої експлуатації або закриття неперспективних вуглевидобувних підприємств при розробці прогнозів забезпечення вугільним паливом теплової енергетики та економіки країни в цілому.

Посилання

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071. *Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості*. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> (дата звернення: 06.03.2023).
2. Інформація про роботу вугільного комплексу. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183238 (дата звернення: 06.03.2023).
3. Украина будет рассчитывать исключительно на собственную добычу угля – Минэнерго. URL: <https://www.unian.net/economics/energetics/ukraina-budet-rasschityvat-isklyuchitelno-na-sobstvennyuyu-dobychu-uglya-minenergetiki-11979951.html> (дата звернення: 06.03.2023).
4. За 4 місяця открытой войны на подконтрольной части Донетчины и Луганщины затопило 10 шахт, – глава профсоюза. URL: <https://freeradio.com.ua/ru/za-4-mesiatsa-otkrytoi-voiny-na-podkontrolnoi-chasty-donetchyny-luhanshchyny-zatopylo-10-shakht-hlava-profsoiuza/> (дата звернення: 06.03.2023).
5. Макаров В.М., Щербина Є.В., Крисанов Д.В. Прогнозні сценарії розвитку вугільної промисловості. *Проблеми загальної енергетики*. 2020. Вип. 2(61). С. 4—10. <https://doi.org/10.15407/pge2020.02.004>
6. Макаров В.М. Оцінка видобувного потенціалу державного сектору вугільної промисловості України. *Проблеми загальної енергетики*. 2021. Вип. 4(67). С. 21—29. <https://doi.org/10.15407/pge2021.04.021>
7. Макаров В.М., Перов М.О. Сценарії розвитку вугільної галузі при прогнозованих змінах структури використання вугільної продукції в економіці країни. *Проблеми загальної енергетики*. 2022. Вип. 1-2(68-69). С. 70—81. <https://doi.org/10.15407/pge2022.01-02.070>
8. Bilan T., Kaplin M., Makarov V., Perov M., Novitskii I., Zaporozhets A., Havrysh V., Nitsenko V. The Balance and Optimization Model of Coal Supply in the Flow Representation of Domestic Production and Imports: The Ukrainian Case Study. *Energies*. 2022. № 15(21). 8103. <https://doi.org/10.3390/en15218103>

9. Кияшко Ю.И. Оценка эффективности работы шахт при различных вариантах применения очистного оборудования. *Уголь Украины*. 2001. № 5. С. 24—26.
10. Кулик М.М. Роль вугілля у формуванні паливно-енергетичних балансів та оптимізація розвитку вугільної промисловості України. *Проблеми загальної енергетики*. 2002. Вип. 1(6). С. 7—16.
11. Алавердян Л.М. Економіко-математична модель оптимального розвитку вугільної промисловості України. *Вісник МНТУ, серія «Економіка»*. 2010. № 1. С. 121—123.
12. Павленко И.И. Моделирование развития угольной промышленности Украины в условиях ограниченных инвестиций. *Економіка промисловості*. 2007. № 1. С. 105—111.
13. Henderson J.M. A short-run model for the coal industry. *The Review of Economics and Statistics*. 1955. Vol. 37. P. 336—346. <https://doi.org/10.2307/1925847>
14. Suwala W. Models of Coal Industry in Poland. *Gospodarka surowcami mineralnymi*. 2010. № 26. P. 41—52.
15. The National Energy Modeling System (NEMS): An Overview 2018. 2019. 73 p. URL: [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581\(2018\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581(2018).pdf) (дата звернення: 06.03.2023).
16. Green J.W. Western Energy: The Interregional Coal Analysis Model. In *Natural Resource Economics Division; Economics, Statistics, and Cooperatives Service. Technical Bulletin*. U.S. Department of Agriculture: Washington, DC, USA, 1980. 1627 p.
17. Coal Market Module of the National Energy Modeling System: Model Documentation. URL: <https://www.eia.gov/analysis/pdfpages/m060index.php> (дата звернення: 06.03.2023).
18. Haftendorn C., Holz F., von Hirschhausen C. COALMOD-World: A Model to Assess International Coal Markets Until 2030. Discuss. Pap. DIW Berl., 2010. 1067. 57 p. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1691593>
19. Zhao L.-T., Liu Z.-T., Cheng L. How will China's coal industry develop in the future? A quantitative analysis with policy implications. *Energy*. 2021. 235. 121406. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121406>
20. Каплін М.І., Макаров В.М., Білан Т.Р. Балансово-оптимізаційна модель взаємодії енергетики з паливними галузями ПЕК України з урахуванням європейських екологічних норм. *Проблеми загальної енергетики*. 2018. Вип. 1(52). С. 5—11. <https://doi.org/10.15407/pge2018.01.005>
21. Білан Т.Р., Макаров В.М., Каплін М.І. Прогнозування рівнів розвитку вугільної галузі із врахуванням ризиків та критичних явищ у структурі її виробничого потенціалу в умовах світового ринку вугілля. *Проблеми загальної енергетики*. 2019. Вип. 1(56). С. 12—18. <https://doi.org/10.15407/pge2019.01.012>
22. Макаров В.М., Каплін М.І., Перов М.О. Врахування екологічних обмежень при моделюванні розвитку вугільної галузі. *Проблеми загальної енергетики*. 2019. Вип. 4(59). С. 36—44. <https://doi.org/10.15407/pge2019.04.036>
23. Макаров В.М., Білан Т.Р., Каплін М.І. Математичні моделі оптимізації обсягів постачання вугілля в економіку країни з урахуванням вимог енергетичної безпеки. *Економічна безпека національного енергетичного сектору в умовах глобалізації: колективна монографія*. За заг. ред. О.Л. Гальцевої. Запоріжжя: Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 88—104.
24. Мінвуглепром оприлюднив перелік інвестиційно-привабливих шахт. *Інформаційне агентство УНІАН*. URL: <https://www.unian.ua/economics/energetics/384340-minvugleprom-oprilyudniv-perelik-investitsiyno-privablivih-shaht.html> (дата звернення: 06.03.2023).
25. Деякі питання утворення акціонерного товариства за участю державних вугледобувних підприємств та публічного акціонерного товариства «Центренерго»: розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.10.2020 № 1215-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deyaki-pitannya-utvorennya-akcione-a1215r> (дата звернення: 06.03.2023).
26. Гриффен А.Л., Макортецкий Н.Н., Макаров В.М., Перов Н.А. Методические основы определения перспективности шахт Украины. *Геотехническая механика. Межведомственный сб. науч. тр. Днепропетровск*, 2003. № 44. 60—64.
27. Белозерцев О.В. Оценка инвестиционной привлекательности угольных предприятий. *Энергетика: экономика, технология, экология*. 2002. № 4. 91—95.
28. Рублевский Н.Т., Макортецкий Н.Н., Новицкий И.Ю. Оптимизация прироста производственных мощностей в зависимости от капитальных вложений в перспективные действующие угольные шахты. *Проблеми загальної енергетики*. 2003. Вип. 1(8). 12—13.
29. Галасюк В., Кабаченко Д. Расчет показателей платежеспособности предприятия на основе новой формы бухгалтерского баланса согласно Положению (стандарту) бухгалтерского учета №2 «Баланс». *Фондовый рынок*. 2000. № 5.
30. Кабаченко Д. Фактор времени при расчете показателей финансовой отчетности. *Економіка: проблеми теорії та практики: Зб. наук. праць ДНУ*. 2002. Вип. 145.
31. Радченко В.В., Пономаренко П.И., Кабаченко Д.В. Пути повышения конкурентоспособности угольной отрасли. *Уголь Украины*. 2006. № 1. 21—26.
32. Вагонова О.Г. Економічні проблеми підтримання потужності та інвестування вугільних шахт України: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук. Донецьк: ІЕП НАН України, 2006. 19 с.
33. Структура шахтного фонду України та виробничі потужності діючих шахт і розрізів на 2018 рік: керівний документ. *Міністерство енергетики та вугільної промисловості України*. 2018. 14 с.

ASSESSMENT OF THE PROSPECTIVENESS OF OPERATING COAL MINING ENTERPRISES

Vitalii Makarov*, PhD (Engin.), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-1068-5923>

Mykola Perov, <https://orcid.org/0000-0002-0654-5648>

General Energy Institute of NAS of Ukraine, 172, Antonovycha St., Kyiv, 03150, Ukraine

*Corresponding author: makarov-v-m@ukr.net

Abstract. A new methodology for ranking coal mines by the integral coefficient of prospects has been developed. Unlike the known ones, the developed methodology uses a system of volumetric, technological, financial, economic, safety, environmental and social criteria for the functioning of coal industry enterprises that are accessible to the general public. These criteria have been brought to a comparable form. The methodology also takes into account the degree of importance of each criterion in terms of its impact on the technical and economic level of the mine. The system of criteria for the prospects of coal mining enterprises includes the following: installed production capacity of mines, coal production volumes, coal production volumes using new technologies, the cost of coal products, the category of mines by sudden coal and gas emissions, the number of employees and the number of residents of the community where the mine is located, and methane emissions. Mine ratings were calculated to identify unpromising mines that will be considered for further operation or closure. The calculations took into account the WTO requirements for the prospects of coal mining enterprises, as well as the consequences of military operations in Ukraine. The mines were analyzed for two areas of coal product use, namely for energy and coke production. The developed methodology allowed us to form a list of promising coal mining enterprises for steam and coking coal production. The research results provide an opportunity to make managerial decisions on further operation or closure of unpromising coal mining enterprises when developing forecasts of coal fuel supply for thermal power and the country's economy as a whole. The decision on the feasibility of further operation will be made for mines of the lower group.

Keywords: coal industry, methodology, ranking, criteria, perspective.

References

1. Enerhetychna stratehiya Ukrainy na period do 2030 r. Skhvaleno rozporядzhennyam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24.07.2013 № 1071. *Ofitsiynnyy sayt Ministerstva enerhetyky ta vuhil'noyi promyslovosti*. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> (Last accessed: 06.03.2023) [in Ukrainian].
2. Informatsiya pro robotu vuhil'noho kompleksu. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183238 (Last accessed: 06.03.2023) [in Ukrainian].
3. Ukraina budet rasschityvat' isklyuchitel'no na sobstvennyuyu dobychu uglya – Minenergetiki. URL: <https://www.unian.net/economics/energetics/ukraina-budet-rasschityvat-isklyuchitelno-na-sobstvennyuyu-dobychu-uglya-minenergetiki-11979951.html> (Last accessed: 06.03.2023) [in Russian].
4. Za 4 mesyatsa otkrytoy voyny na podkontrol'noy chasti Donetchiny i Luganshchiny zatopilo 10 shakht, – glava profsoyuzu. URL: <https://freeradio.com.ua/ru/za-4-mesiatsa-otkrytoi-voiny-na-podkontrolnoi-chasty-donetchyny-y-luhanshchyny-zatopylo-10-shakht-hlava-profsoiuzu/> (Last accessed: 06.03.2023) [in Russian].
5. Makarov, V.M., Shcherbyna, Ye.V., & Krysanov, D.V. (2020). Forecast scenarios for the development of the coal industry of Ukraine. *The Problems of General Energy*, 2(61), 4–10 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2020.02.004>
6. Makarov, V.M. (2021). Assessment of the mining potential of the public sector of the coal industry of Ukraine. *The Problems of General Energy*, 4(67), 21–29 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2021.04.021>
7. Makarov, V.M., & Perov, M.O. (2022). Scenarios for the development of the coal industry with projected changes in the structure of the use of coal products in the country economy. *The Problems of General Energy*, 1-2(68-69), 70–81 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2022.01-02.070>
8. Bilan, T., Kaplin, M., Makarov, V., Perov, M., Novitskii, I., Zaporozhets, A., Havrysh, V., & Nitsenko, V. (2022). The Balance and Optimization Model of Coal Supply in the Flow Representation of Domestic Production and Imports: The Ukrainian Case Study. *Energies*, 15(21), 8103. <https://doi.org/10.3390/en15218103>
9. Kiyashko, Yu.I. (2001). Otsenka effektivnosti raboty shakht pri razlichnykh variantakh primeneniya ochistnogo oborudovaniya. *Ugol' Ukrainy*, 5, 24–26 [in Russian].
10. Kulyk, M.M. (2002). The role of coal in the formation of fuel and energy balances and optimization of the development of the coal industry in Ukraine. *The Problems of General Energy*, 1(6), 7–16 [in Ukrainian].
11. Alaverdyan, L.M. (2010). Ekonomiko-matematychna model' optymal'noho rozvytku vuhil'noyi promyslovosti Ukrainy. *Visnyk MNTU, seriya "Ekonomika"*, 1, 121–123 [in Ukrainian].

12. Pavlenko, I.I. (2007). Modelirovaniye razvitiya ugol'noy promyshlennosti Ukrainy v usloviyakh ogranichennykh investitsiy. *Yekonomika promislivosti*, 1, 105–111 [in Russian].
13. Henderson, J.M. (1955). A short-run model for the coal industry. *The Review of Economics and Statistics*, 37, 336–346. <https://doi.org/10.2307/1925847>
14. Suwala, W. (2010). Models of Coal Industry in Poland. *Gospodarka surowcami mineralnymi*, 26, 41–52.
15. The National Energy Modeling System (NEMS): An Overview 2018. (2019). 73 p. URL: [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581\(2018\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581(2018).pdf) (Last accessed: 06.03.2023).
16. Green, J.W. (1980). Western Energy: The Interregional Coal Analysis Model. In *Natural Resource Economics Division; Economics, Statistics, and Cooperatives Service. Technical Bulletin*. U.S. Department of Agriculture: Washington, DC, USA, 1627 p.
17. Coal Market Module of the National Energy Modeling System: Model Documentation. URL: <https://www.eia.gov/analysis/pdfpages/m060index.php> (Last accessed: 06.03.2023).
18. Haftendorn, C., Holz, F., & von Hirschhausen, C. (2010). COALMOD-World: A Model to Assess International Coal Markets Until 2030. Discuss. Pap. DIW Berl. 1067, 57 p. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1691593>
19. Zhao, L.-T., Liu, Z.-T., & Cheng, L. (2021). How will China's coal industry develop in the future? A quantitative analysis with policy implications. *Energy*, 235, 121406. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121406>
20. Kaplin, M.I., Makarov, V.M., & Bilan, T.R. (2018). The balance-optimization model of the Ukrainian power sector and fuel industries mutually coordinated operation in the view of European environmental legislation. *The Problems of General Energy*, 1(52), 5–11 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2018.01.005>
21. Bilan, T.R., Makarov, V.M., & Kaplin, M.I. (2019). Prediction of the levels of development of coal industry with regard for risks and critical phenomena in the structure of its productive potential in the global coal market. *The Problems of General Energy*, 1(56), 12–18 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2019.01.0012>
22. Makarov, V.M., Kaplin, M.I., & Perov, M.O. (2019). Consideration of environmental constraints in modeling the development of coal industry. *The Problems of General Energy*, 4(59), 36–44 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2019.04.036>
23. Makarov, V.M., Bilan, T.R., & Kaplin, M.I. (2020). Matematychni modeli optymizatsiyi obsyahiv postachannya vuhillya v ekonomiku krayiny z urakhuvanniam vymoh enerhetychnoyi bezpeky. *Ekonomichna bezpeka natsional'noho enerhetychnoho sektoru v umovakh hlobalizatsiyi: kolektyvna monohrafiya*. Za zah. red. O.L. Hal'tsevoyi. Zaporizhya: Vydavnychyy dim “Hel'vetyka”, 88–104 [in Ukrainian].
24. Minvuhleprom oprylyudnyv perelik investytsiyno-pryvablyvykh shakht. *Informatsiyne ahentstvo UNIAN*. URL: <https://www.unian.ua/economics/energetics/384340-minvugleprom-oprilyudniv-perelik-investytsiyno-privablyvih-shakht.html> (Last accessed: 06.03.2023) [in Ukrainian].
25. Deyaki pytannya utvorenniya aktsionernoho tovarystva za uchastyu derzhavnykh vuhledobuvnykh pidpryyemstv ta publichnoho aktsionernoho tovarystva “Tsentrnerho”: rozporядzhennya Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 05.10.2020 № 1215-r. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deyaki-pitannya-utvorenniya-aktsioner-a1215r> (Last accessed: 06.03.2023) [in Ukrainian].
26. Griffen, A.L., Makortetskiy, M.M., Makarov, V.M., & Perov, M.O. (2003). Metodicheskiye osnovy opredeleniya perspektivnosti shakht Ukrainy. *Geotekhnicheskaya mekhanika. Mezhdomestvennyy sb. nauch. tr.* Dnepropetrovsk, 44, 60–64 [in Russian].
27. Belozertsev, O.V. (2002). Otsenka investitsionnoy privilekatel'nosti ugol'nykh predpriyatiy. *Yenergetika: yekonomika, tekhnologiya, yekologiya*, 4, 91–95 [in Russian].
28. Rublevskiy, N.T., Makortetskiy, M.M., & Novytskiy, I.Yu. (2003). Optimization of addition to capacity depending on a capital investment in perspective collieries in action. *The Problems of General Energy*, 1(8), 12–13 [in Russian].
29. Galasyuk, V., & Kabachenko, D. (2000). Raschet pokazateley platezhesposobnosti predpriyatiya na osnove novoy formy bukhgalterskogo balansa soglasno Polozheniyu (standartu) bukhgalterskogo ucheta №2 “Balans”. *Fondovyy rynek*, 5 [in Russian].
30. Kabachenko, D. (2002). Faktor vremeny pry raschete pokazateley fynansovoy otchetnosti. *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky: Zb. nauk. prats' DNU*, 145 [in Russian].
31. Radchenko, V.V., Ponomarenko, P.I., & Kabachenko, D.V. (2006). Puti povysheniya konkurentosposobnosti ugol'noy otrasli. *Ugol' Ukrainy*, 1, 21–26 [in Russian].
32. Vahonova, O.H. (2006). Ekonomichni problemy pidtrymannya potuzhnosti ta investuvannya vuhil'nykh shakht Ukrayiny: avtoreferat dysertatsiyi na zdobuttya naukovooho stupenya doktora ekonomichnykh nauk. Donets'k: IEP NAN Ukrayiny, 19 p. [in Ukrainian].
33. Struktura shakhtnoho fondu Ukrayiny ta vyrobnychi potuzhnosti diyuchykh shakht i rozriziv na 2018 rik: kerivnyy dokument. (2018). *Ministerstvo enerhetyky ta vuhil'noyi promyslovosti Ukrayiny*, 14 p. [in Ukrainian].

Надійшла до редакції: 14.03.2023