

УДК 553.494 (477)
DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.102.09>

Тетяна ОХОЛІНА, канд. геол. наук, ст. наук. співроб.
e-mail: svilya@ukr.net
Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна
Галина КУЗЬМАНЕНКО, канд. геол. наук, наук. співроб.
e-mail: geology7@ukr.net
Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОДОВИЩ ТИТАНУ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ НОВОМИРГОРОДСЬКОГО РОЗСИПНОГО РАЙОНУ

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

Розглянуто один із методів геолого-економічної оцінки – ранжування за бальною шкалою родовищ титанових руд на прикладі Новомиргородського розсипного району, до якого входять Бірзулівське родовище, Лікарівський, Андріївський, Валуєвський, Новомиргородський розсипи, а також Східна та Західна залишкові ділянки. Наведено короткий геологічну характеристику титанових об'єктів, що порівнювалися; охарактеризовано геологічні, якісні та економічні показники, за якими проводилася порівняльна геолого-економічна оцінка досліджуваних родовищ та розсипів. Використання бальної шкали дає змогу порівнювати об'єкти з різним ступенем вивченості і може застосовуватись для визначення перспективності будь-якого родовища серед низки об'єктів у разі обмеженої кількості інформації.

Ключові слова: титанові родовища, рейтингова оцінка, Новомиргородський розсипний район.

Постановка проблеми. Розвиток вітчизняної мінерально-сировинної бази ґрунтується на залученні інвестицій як у родовища, що розробляються, так і в об'єкти, що перебувають на стадії геологорозвідувальних робіт. Першочерговість таких об'єктів для інвестицій доцільно визначати за результатами відповідної оцінки (ранжування) за природними та промисловими критеріями, які визначають економічну цінність родовищ та проявів конкретного типу корисних копалин (Михайлов та ін., 2017).

Ранжування родовищ доцільно проводити за головними факторами, які визначають їхню промислову цінність. Передусім це кількість та якість запасів корисних копалин і решта гірничо-геологічних та техніко-технологічних чинників, які в результаті визначають економічну ефективність освоєння родовищ (Курило, Андрєєва, 2014).

Основною метою проведення порівняльної геолого-економічної оцінки є виявлення інвестиційно-привабливих для освоєння геологічних об'єктів, встановлення їх промислового значення та економічної ефективності експлуатації з урахуванням сучасних реалій.

Мета даного дослідження полягає у ранжуванні об'єктів вітчизняної мінерально-сировинної бази титану на прикладі одного із розсипних титанових районів за геологічними, гірничо-технічними та економічними критеріями для встановлення найперспективніших для освоєння об'єктів, які можна рекомендувати для подальшого геологічного вивчення (ГВ), у тому числі дослідно-промислової розробки (ДПР).

Об'єкт дослідження – мінерально-сировинна база титанових розсипів Новомиргородського району.

Предмет – геолого-економічні критерії оцінки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Рейтингова порівняльна геолого-економічна оцінка є одним із методів економічної геології, яка розвивається ще з початку минулого століття. За радянських часів вітчизняна геологія не виділяла економічний напрям досліджень в окрему науку, натомість використовувався термін "економіка мінеральної сировини".

З отриманням незалежності України економічна геологія починає стрімко розвиватися і набуває все більшого значення в розвитку науки та промисловості. Значний внесок у цьому напрямі зробили вітчизняні науковці (Коржнев та ін., 2006; Рудько та ін., 2011; Михайлов, 2023). Окрім узагальнених робіт, слід згадати праці, присвячені конкретним напрямкам. Так, роботи Г.І. Рудька

присвячені геолого-економічному аналізу та вартісній оцінці родовищ нафто-газових покладів, залізистих кварцитів, каоліну, бурштину та інших корисних копалин. У роботі (Михайлов та ін., 2011) проведено ранжування геологічних пам'яток Волино-Поділля з метою виділення найперспективніших для подальшого освоєння. Геолого-економічне переоцінювання мідних родовищ проведено на прикладі прояву Жиричі (Михайлов та ін., 2022). Порівняльну геолого-промислову оцінку за допомогою бальної шкали для родовищ графіту України висвітлено в працях (Лижаченко, 2012; Андрєєва, Лижаченко, 2014; Лижаченко, 2021), для родовищ бентоніту (Андрєєва, 2009; Андрєєва, Лижаченко, 2012). У роботі (Михайлов, Курило, 2010) проведено геолого-економічну оцінку перспективних для освоєння об'єктів флюсової сировини із врахуванням ступеня їхнього геологічного і техніко-економічного вивчення.

Отже, порівняльна геолого-економічна оцінка проводилася для багатьох видів корисних копалин, як рудної, так і нерудної сировини. Для родовищ титанових руд вперше така робота була опублікована у 2013 р. на прикладі Волинського титанового району (Свивальнева, 2013).

Матеріали і методи. В основу досліджень покладено матеріали геолого-зйомочних робіт масштабу 1:200 000, 1:50 000, дані глибинного геологічного картування та пошуково-оцінювальних робіт (Федоренко, 1970; Скоробач та ін., 1979; Скоробач та ін., 1983; Душенко, 2006) тощо.

Методикою рейтингової оцінки родовищ титану раніше застосовано під час ранжування об'єктів Волинського титанового району і описано в ряді публікацій (Свивальнева, 2012, 2013).

Для рейтингової оцінки родовищ титану в межах Новомиргородського розсипного району проаналізовано дані щодо сімох об'єктів: Бірзулівське розсипне родовище, Лікарівський, Андріївський, Валуєвський та Новомиргородський розсипи, а також Східна та Західна ділянки залишкового типу. Було підбрано комплекс параметрів, відомих для всіх об'єктів, які є найбільш показовими та важливими для економічної оцінки родовищ.

Для кожного показника умовно проведено градацію за трибальною шкалою. Кожному родовищу та прояву присвоюються бали за вибраними показниками. Після цього підраховується сума балів, за якою визначається перспективність того чи іншого об'єкта. Більша кількість балів визначає більшу перспективність об'єкта.

© Охоліна Тетяна, Кузьманенко Галина, 2023

Виклад основного матеріалу. Загальна геологічна характеристика об'єктів, що порівнювалися.

Район досліджень розташований у межах північно-східного схилу Українського щита в південній частині Корсунь-Новомиргородського плутону. До його складу входять Бірзулівське родовище, Лікарівський, Андріївський, Валуївський та Новомиргородський розсипи, а також Східна та Західна ділянки залишкового типу. Район зосереджений у межах Лебедин-Балакліївської депресії, що є однією з нижньокрейдових річкових палеодолин на північно-східному схилі центральної частини щита, які розкриваються у Дніпровсько-Донецьку западину. Річкова палеодолина створила своє русло в корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту і вивонена продуктами перевідкладення елювію. Мезозойська кора вивітрювання була основним джерелом матеріалу для формування нижньокрейдових континентальних відкладів і пов'язаних з ними корисних копалин, зокрема ільменіту (Крошко, 2016).

Бірзулівське родовище являє собою особливий парагенетичний ряд з рудоносною мезозойською корою вивітрювання та апт-нижньоальбськими континентальними (алювіальними) і верхньоальбськими прибережно-морськими відкладами (Душенко, 2006). Утворення Бірзулівського розсипу напряду пов'язане з Лебедин-Балакліївською ерозійно-тектонічною палеодолиною та діяльністю флювіальних потоків у її межах.

Континентальні відклади нижньої крейди збереглися у вигляді окремих вузьких смуг. Товщина пісків – від 1,5 до 8,9 м, у середньому – 3,0 м. Вміст ільменіту в алювіальних відкладах нерівномірний, по окремих свердловинах змінюється від декількох кілограмів на кубічний метр до 343 кг/м^3 (Крошко, 2016). Максимальний вміст ільменіту становить $75,8 \text{ кг/м}^3$. Найбільш збагачені ільменітом піщані породи, які приурочені до тальвегу палеодолини. Вміст ільменіту у вторинних каолінах в окремих випадках сягає 300 кг/м^3 .

Прибережно-морські глауконіт-кварцові піски нижньої крейди в межах Бірзулівського розсипу представлені мілководними фаціями верхнього альбу, товщина яких досягає 12,0 м. Довжина розсипу – 4 км, ширина – 2 км. Найбільш збагачена ільменітом центральна частина (середній вміст 173 кг/м^3) розсипу. Вміст ільменіту досягає 598 кг/м^3 . У вертикальному розрізі вміст ільменіту збільшується від покрівлі до підшви розсипу.

Повсюдно на кристалічних породах фундаменту залягає кора вивітрювання, що сформована в умовах гумідного клімату та пенепленізації рельєфу. Товщина кори вивітрювання змінюється в широких межах – від 8 до 36 м, у середньому 23 м.

Вміст ільменіту у корі вивітрювання основних порід нерівномірний, підвищується вгору за розрізом до 138 кг/м^3 . Вміст ільменіту в корі вивітрювання гранітів незначний – $0,5\text{--}25 \text{ кг/м}^3$ (Федоренко, 1970).

Лікарівський розсип приурочений до одного з рукавів Лебедин-Балакліївської палеодолини. У геологічній будові беруть участь основні і кислі породи коростенського комплексу, їхня кора вивітрювання та осадові утворення крейдової, палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Продуктивна товща Лікарівського розсипу представлена нижньокрейдовими континентальними, елювіально-делювіальними відкладами, що заповнюють давню поховану долину. Континентальні відклади нижньої крейди представлені світло-сірими каоліністими пісками і вторинними каолінами. Товщина відкладів коливається від перших метрів до 15 м, вміст ільменіту – від 40 до 300 кг/м^3 . Товщина розкривних порід становить 79 м.

Андріївський розсип прилягає до Лікарівського в долині р. Велика Вись. У геологічній будові беруть участь граніт-рапаківі коростенського комплексу, їхня кора вивітрювання, ільменітоносні нижньокрейдові континентальні відклади, а також четвертинні відклади. Продуктивна товща представлена алювіально-делювіальними відкладами нижньої крейди, частково четвертинним алювієм, у середній частині ділянки нижньокрейдовими прибережно-морськими пісками. Середня товщина відкладів сягає 6,3 м, середній вміст ільменіту – $57,5 \text{ кг/м}^3$. Глибина залягання товщі – 11,5 м.

Валуївський розсип розташований у 4 км південніше від Бірзулівського родовища, приурочений до верхів'я Лебедин-Балакліївської депресії, у тій частині, де вона замикається. Фундамент складений основними (анортозитами, габро-анортозитами, габро) і кислими породами. Останні трапляються на південно-західній частині ділянки. Крім того, повсюдно розвинена кора вивітрювання. Товщина її змінюється від 1 до 25 м. Вміст ільменіту сягає від 10 до 40 кг/м^3 .

Відклади нижньої крейди мають два фаціальні різновиди: континентальні та прибережно-морські. Континентальні відклади поширені в північно-західній частині Валуївського розсипу і представлені алювіальними утвореннями руслової та заплавної фацій. Товщина континентальних порід – від 1,6 до 8,0 м (у середньому – 2,3 м). Вміст ільменіту збільшується від бортів до центральної частини депресії і досягає 99 кг/м^3 (Федоренко, 1970).

Прибережно-морські відклади представлені глауконіт-кварцовими пісками верхнього альбу. Їхня товщина у середньому становить 5,7 м. Вміст ільменіту нерівномірний – від 25 до 136 кг/м^3 (Федоренко, 1970).

У корі вивітрювання (товщина від 3 до 17 м, у середньому 10 м) вміст ільменіту нерівномірний і збільшується вгору за розрізом від 79 до 112 кг/м^3 (Федоренко, 1970).

Новомиргородський розсип розташований у долині р. Велика Вись. Геологічна будова розсипу проста. Породи осадового чохла практично розмиті річкою. Від четвертинного розмиву залишилися нерозчленовані вугленосні піщано-глинисті відклади нижнього-середнього еоцену, приурочені до Новомиргородської палеодолини. У покрівлі вугленосної товщі залягає четвертинний алювій, у підшві – кора вивітрювання гранітів-рапаківі. Вміст ільменіту в продуктивних пісках нижнього-середнього еоцену 20–70, іноді до 100 кг/м^3 , середній по розсипу – $64,2 \text{ кг/м}^3$.

Східна ділянка залишкового типу. У геологічній будові беруть участь основні породи коростенського комплексу, їхня кора вивітрювання, осадові утворення палеогенової та четвертинної систем. Основні породи представлені анортозитами, габро-анортозитами, габро, габро-норитами, норитами. Вміст TiO_2 в анортозитах становить 0,4–1,2 %, P_2O_5 – 0,5 %. На кристалічних породах повсюдно розвинена кора вивітрювання. У корі вивітрювання виявлено три поряд розташовані площі з підвищеним вмістом ільменіту. Середній вміст ільменіту по Східній ділянці – $107,4 \text{ кг/м}^3$. Товщина відкладів 15 м, розкриву – 38,7 м.

Західна ділянка залишкового типу. Кора вивітрювання розвинена переважно по габро, частково по габро-монцонітам і габро-лабрадоритам. Площа з підвищеним вмістом ільменіту витягнута в субширотному напрямку в зоні ендоконтакту масиву з гранітами Корсунь-Новомиргородського плутону. Глибина залягання кори вивітрювання сягає 48,8 м, товщина відкладів – 7,4 м, середній вміст ільменіту – $112,4 \text{ кг/м}^3$.

Ранжування об'єктів

Геологічні показники. Одним із головних факторів, що визначають промислову цінність об'єкта, є умови залягання покладу корисної копалини. Під час проведення порівняльної оцінки використовуються такі геологічні показники, як товщина продуктивної товщі, коефіцієнт розкриття та складність геологічної будови.

Виділяючи бали для таких показників, як глибина залягання та товщина покладів корисної копалини, враховують їхні граничні значення (для показника "глибина залягання" враховують глибину залягання корисної

копалини для видобування відкритим способом) та поділяють на рівномірні проміжки (Андрєєва, Лижаченко, 2014). Більше балів отримують родовища, що мають більшу товщину продуктивної товщі.

Коефіцієнт розкриття визначає гірничо-технічні умови під час розробки родовища. Для цього показника враховують глибину залягання корисної копалини для видобування відкритим способом. Чим менший коефіцієнт розкриття, тим кращі показники та більше балів отримує об'єкт.

Для ранжування родовищ за складністю геологічної будови використовувалася така градація (табл. 1).

Таблиця 1

Градація за складністю геологічної будови для родовищ твердих корисних копалин (Хмара, 1999)

Складність геологічної будови	Бали
Група 4 (родовища вкрай складної геологічної будови)	0
Група 3 (родовища дуже складної геологічної будови)	1
Група 2 (родовища складної геологічної будови)	2
Група 1 (родовища простої геологічної будови)	3

Усі розглянуті родовища мають другу групу складності та за бальними критеріями отримують 2 бали.

Якісні показники. Для геолого-економічної оцінки родовищ, крім геологічних, важливими є якісні показники. Оцінюючи якість тієї чи іншої мінеральної сировини, підбирають показники, характерні для конкретного виду сировини. Так, для титанових родовищ якість визначають головним чином за вмістом ільменіту в пісках (в кг/м³). Вищий бал отримують родовища з вищим вмістом ільменіту в пісках.

Ще одним дуже важливим критерієм, що характеризує якість сировини, є наявність шкідливих домішок, вміст яких визначає мінімальну або максимальну кількість балів. Отже, мінімум балів отримують руди, що містять домішки P₂O₅ і Cr₂O₃, максимум балів – руди без шкідливих домішок.

Аналіз родовищ за змінністю ільменіту проводився з урахуванням середнього вмісту в ньому діоксиду титану. Якщо передбачається використання ільменіту в пігментній промисловості, то найбільший бал має родовище з меншими показниками змінності ільменіту. У нашому випадку титаноносний район спеціалізується на металічний титан – чим більша змінність ільменіту, тим більше балів отримує родовище.

Економічні показники. Величина запасів чи ресурсів корисної копалини є головними чинниками доцільності освоєння та розробки родовища, тому найбільшу кількість балів присвоєно родовищам з більшою кількістю та вищою категорією запасів і ресурсів. Оскільки за стандартною класифікацією (Крейтер, 1973) більшість розглянутих титаноносних об'єктів належить до дрібних, для більш адекватної оцінки автори ввели свою градацію родовищ: за запасами руди, ільменіту та діоксиду титану.

Для розрахунку основних економічних показників важливо визначити термін експлуатації родовища, оскільки у розрахунках виробничих витрат вихід продукції на одиницю часу також повинен враховуватись. Чим більший вихід у день або на рік, тим нижчі витрати на тонну руди.

Для підрахунку оптимального терміну експлуатації в сучасній літературі найчастіше використовують формулу Тейлора (Коржнев та ін., 2006)

$$CE = 6,5 \sqrt[4]{\text{тоннаж, млн т.}}$$

Потужність підприємства характеризує оптимально можливий випуск продукції за рік за умови якнайповнішого використання устаткування і виробничих площ,

застосування прогресивної технології та організації виробництва. Оптимальна продуктивна потужність підприємства визначається шляхом поділу об'єму геологічних запасів "пісків" на оптимальний термін експлуатації родовища (тис. м³/рік). Для кожного родовища вона має різні показники. Найбільшу кількість балів отримують родовища, які мають найбільшу продуктивну потужність, оскільки в такому разі швидше реалізується термін окупності підприємства і воно буде більш економічно ефективним.

Промислове значення об'єкта визначається за формулою, яку отримують як частку від добутку, де враховані найвагоміші дані з погляду авторів, а саме, бали, отримані в результаті оцінки родовищ розсипних районів: *об'єм геологічних запасів діоксиду титану + вміст діоксиду титану + промислове значення супутніх корисних копалин + коефіцієнт розкриття*.

У табл. 2 показано ранжування об'єктів Новомиргородського титаноносного району, де враховано основні показники, за якими проводилася бальна оцінка.

Висновки

Порівняльну геолого-економічну оцінку родовищ титанових руд Новомиргородського розсипного району наведено на рис. 1. Виходячи з методики порівняльної геолого-економічної оцінки, найбільшу кількість балів, а отже і промислову цінність, мають Східна та Західна ділянки залишкового типу. На сьогодні Україна не має досконалої технології освоєння родовищ залишкового типу. Родовища розсипного типу менш затратні у розробці, тому слід звернути увагу саме на них. Найпривабливішим серед розсипів із кількістю балів 24 є Бірзулівське родовище, яке з 2012 р. розробляє ТОВ ВКФ "Велта", а з 2019 вона володіє також Лікарівським розсипом, який отримав 17 балів. Андріївський розсип із сумою балів 19 є більш привабливим, тому варто рекомендувати його для першочергового відпрацювання після Бірзулівського родовища. Валуєвський та Новомиргородський розсипи отримали 15 та 8 балів відповідно. Їх можна рекомендувати як резервні для відпрацювання існуючого ГЗК.

Використання бальної шкали дає змогу порівнювати об'єкти з різним ступенем вивченості і може застосовуватись для визначення перспективності будь-якого родовища серед низки об'єктів за обмеженої кількості інформації. Під час подальших досліджень родовищ і проявів та з появою нових геологічних та економічних даних можливо переоцінювати об'єкти і проводити такі рекомендації.

Таблиця 2

Бальна оцінка розсипних титаносисних родовищ Новомиргородського розсипного району

Назва родовища/розсипу	Середня товщина пласта	Коефіцієнт розкриття	Складність геологічної будови	Вміст ільменіту в пісках	Вміст діоксиду титану	Шкідливі домішки	Об'єм геологічних запасів пісків, тис. м ³	Об'єм геологічних запасів ільменіту, тис. т	Об'єм геологічних запасів діоксиду титану, тис. т	Оптимальний строк експлуатації	Оптимальна продуктивна потужність підприємства, тис. м ³ /рік	Промислове значення	Сума балів
Бірюлівське	0	1	2	1	2	3	3	3	3	2	2	2	24
Лікарівський	2	1	2	3	0	1	2	2	1	1	1	1	17
Андріївський	1	2	2	0	2	3	2	2	1	1	1	2	19
Валуївський	1	1	2	1	2	3	1	1	0	1	1	1	15
Новомиргородський	0	2	2	0	0	3	0	1	0	0	0	0	8
Східна ділянка	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	32
Західна ділянка	1	1	2	3	2	3	3	3	2	2	3	2	27

Перспективність об'єктів

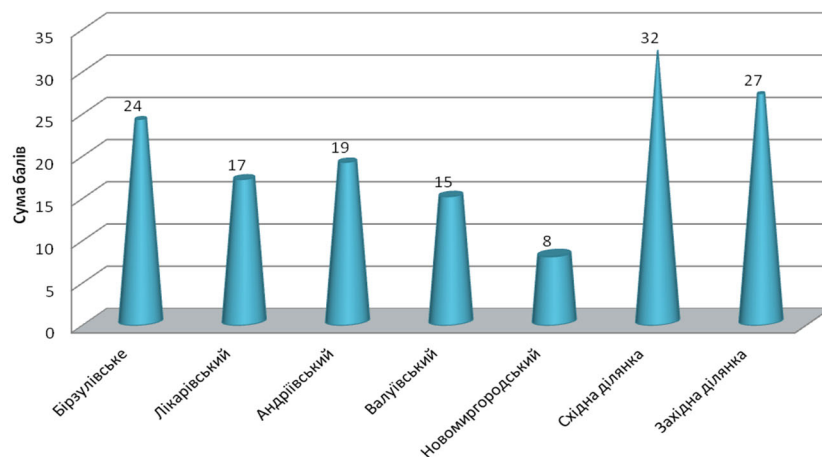


Рис. 1. Порівняльна геолого-економічна оцінка Новомиргородського титаносисного розсипного району

Подяки, джерела фінансування. Роботу профінансовано за рахунок програми "Наукові і науково-технічні (експериментальні) роботи за пріоритетним напрямом "Технології пошуку, видобутку, переробки та використання критичних корисних копалин, проблеми оцінювання, збереження та повоєнного відновлення довкілля" на 2023–2024 рр. "Стратегічна мінеральна сировина для відновлення економіки України: аналіз ресурсів та запасів, розробка критеріїв пошуку для нарощування їх мінерально-сировинної бази" Державний реєстраційний номер: 0123U100855.

Список використаних джерел

- Андреева, О. (2009). Оцінка бентонітових родовищ України за допомогою бальної оцінки. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 46, 55–59.
- Андреева, О.О., Лижаченко, Н.М. (2014). Застосування порівняльних методів оцінки при визначенні промислової цінності родовищ корисних копалин. *Вісник ОНУ. Сер. Географічні та геологічні науки*, 19(4), 251–257.
- Душенко, І.С. (2006). Звіт про результати детальної розвідки Бірюлівського розсипного родовища ільменіту в Кіровоградській області. Дніпропетровськ.
- Коржнев, М.М., Михайлов, В.А., Міщенко, В.С., Плотников, О.В. та ін. (2006). Основи економічної геології. Логос.
- Крейтер, В.М. (1973). Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Высшая школа.
- Крошко, Ю.В. (2016). Цифрові структурно-літологічні моделі нижньокрейдяних континентальних розсипів ільменіту у верхній палеотечії Лебедин-Балаклівської палеодолини (центральна частина Українського щита). *Геоінформатика*, 3(59), 49–57.
- Курило, М.М., Андреева, О.О. (2014). Економічна геологія: Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів геологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Ніка-Центр.
- Лижаченко, Н.М. (2012). Порівняльна геолого-промислова оцінка графітових родовищ України. *Геолог України*, 4, 78–85.

Лижаченко, Н.М. (2012). Ранжування вітчизняних родовищ графіту за основними геолого-промисловими показниками. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 59, 34–38.

Лижаченко, Н.М. (2021). Аналіз мінерально-сировинної бази графіту Українського щита з використанням методик геолого-економічної оцінки. *Геологічний журнал*, 1(374), 70–80.

Михайлов, В., Загнітко, В., Курило, Н. (2017). Перспективи інвестицій в мінерально-сировинний комплекс України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 76, 47–51.

Михайлов, В., Курило, М., Андреева, О., Шнюков, С. (2022). Перспективи промислової рудоносності прояву міді Жиричі. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 4(97), 66–73.

Михайлов, В.А. (2023). Стратегічні корисні копалини України та їхня інвестиційна привабливість. http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Stratehichni_Korysni_Kopalyny.pdf

Михайлов, В.А., Курило, М.М. (2010). Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. Ніка-Центр.

Михайлов, В.А., Курило, М.М., Бондар, Ю.О. (2011). Застосування методик геолого-економічного аналізу при комплексних оцінках геологічних пам'яток Волино-Поділля. *Вісник Національного науково-природничого музею*, 9, 43–47.

Рудько, Г.І., Курило, М.М., Радованов, С.В. (2011). Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин. АДЕФ – Україна.

Сивальнева, Т.В. (2012). Оценка титаносисных россыпей с целью выделения перспективных объектов Волынского района. *Матеріали Х Міжнародної конференції "Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища", 17–20 жовтня 2012 р., м. Київ*, 207–209.

Сивальнева, Т.В. (2013). Геолого-економічна оцінка титанових месторождений Волынского титаносисного района с построением модели одного из перспективных объектов. *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*, 6, 123–128.

Сивальнева, Т.В. (2013). Рейтинговий підхід к геолого-економічній оцінці титанових месторождений с построением модели одного из перспективных объектов Волынского титаносисного района. *Матеріали Міжнародної конференції "Ti-2013 в СНГ", 26–29 травня 2013 р., Донецьк*, 106–110.

Скоробач, В.И., Кармазенко, В.Г., Гречушкина, Т.А. (1979). Отчет о результатах поисков новых россыпных и остаточных месторождений ильменита в пределах площади распространения основных пород Новомиргородского и Вороновского массивов за 1977–1979 гг. Т. V. Киев.

Скоробач, В.И., Тарасенко, В.С., Шкурченко, И.Е. (1983). Отчет о результатах поисков титановых руд на перспективных участках южной части Корсунь-Новомиргородского плутона за 1980–1983 гг. Т. I. Киев.

Федоренко, Н.С. (1970). О результатах поисков ильменитовых россыпей в Среднем Приднепровье среди песчаных отложений нижнего мела. *Производственный отчет*. Киев.

Хмара, А.Я. (1999). Методика определения группы месторождений твердых полезных ископаемых по сложности геологического строения. *Мінеральні ресурси України*, 2, 23–25.

References

Andreeva, O. (2009). Assessment of bentonite deposits of Ukraine using point assessment. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 46, 55–59 [in Ukrainian].

Andreeva, O.O., Lyzhachenko, N.M. (2014). Use of comparative assessment methods in determining industrial value of mineral deposits. *Visnyk of Odessa National University: Geographical and geological sciences*, 19(4), 251–257 [in Ukrainian].

Dushenko, I.S. (2006). Report on the results of detailed exploration of the Birzuliv placer ilmenite deposit in the Kirovohrad region. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].

Fedorenko, N.S. (1970). On the results of the search for ilmenite placers in the Middle Dnieper region among the sandy deposits of the Lower Cretaceous: a production report. Kyiv [in Russian].

Khmara, A.Ya. (1999). Methodology for determining a group of deposits of solid minerals by the complexity of the geological structure. *Mineral Resources of Ukraine*, 2, 23–25 [in Russian].

Korzhnev, M.M., Mykhailov, V.A., Mishchenko, V.S., Plotnikov, O.V. et al. (2006). Basics of economic geology. Logos [in Ukrainian].

Kreyter, V.M. (1973). Search and exploration of mineral deposits. Higher School [in Russian].

Kroshko, Yu.V. (2016). Digital structural and lithological models of Lower Cretaceous continental ilmenite placers in the upper paleoocurrent of the Lebedyn-Balakliiv paleovalley (central part of the Ukrainian shield). *Geoinformatics*, 3 (59), 49–57 [in Ukrainian].

Kurylo, M.M., Andreeva, O.O. (2014). Economic geology: Methodological recommendations for the implementation of practical work for students of geological specialties of higher educational institutions. Nika Center [in Ukrainian].

Lyzhachenko, N.M. (2012). Comparative geological and industrial assessment of graphite deposits of Ukraine. *Geologist of Ukraine*, 4, 78–85 [in Ukrainian].

Lyzhachenko, N.M. (2012). Ranking of domestic graphite deposits according to the main geological and industrial indicators. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 59, 34–38 [in Ukrainian].

Lyzhachenko, N.M. (2021). Analysis of the mineral-raw material base of graphite of the Ukrainian shield using methods of geological and economic assessment. *Geological journal*, 1(374), 70–80 [in Ukrainian].

Mykhailov, V., Kurylo, M., Andreeva, O., Shnyukov, S. (2022). Prospects of industrial ore-bearing of Zhyrychi copper manifestation. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv: Geology*, 4(97), 66–73 [in Ukrainian].

Mykhailov, V.A. (2023). Strategic minerals of Ukraine and their investment attractiveness. http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Stratehichni_Korysni_Kopalyny.pdf [in Ukrainian].

Mykhailov, V.A., Kurylo, M.M. (2010). Mineral and raw material base of flux raw materials of Ukraine. Nika Center [in Ukrainian].

Mykhailov V.A., Kurylo M.M., Bondar Yu.O. (2011). Application of geological and economic analysis methods in complex evaluations of geological monuments of Volyn-Podillia. *Visnyk of National Science and Nature Museum*, 9, 43–47 [in Ukrainian].

Mykhailov V., Zagnitko V., Kurylo N. (2017). Prospects for investment in the mineral complex of Ukraine. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 76, 47–51 [in Ukrainian].

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

Skorobach, V.I., Karmazenko, V.G., Grechushkina, T.A. (1979). Report on the results of prospecting for new placer and residual deposits of ilmenite within the distribution area of the main rocks of the Novomyrhorod and Voronov massifs for 1977–1979. Vol. V. Kyiv [in Russian].

Skorobach, V.I., Tarasenko, V.S., Shkurenko, I.E. (1983). Report on the results of prospecting for titanium ores in promising areas of the southern part of the Korsun-Novomyrhorod pluton for 1980–1983. Vol. I. Kyiv [in Russian].

Svivalneva, T.V. (2012). Evaluation of titanium-bearing placers in order to identify promising objects of the Volyn region. *Proceedings of the X International Conference "Monitoring of geological processes and the ecological state of the medium"*, 17–20 June 2012, Kiev, 207–209 [in Russian].

Svivalneva, T.V. (2013). Geological and economic assessment of titanium deposits in the Volyn titanium-bearing region with the construction of a model of one of the promising objects. *Scientific proceedings of IGN NAS of Ukraine*, 6, 123–128 [in Russian].

Svivalneva, T.V. (2013). Rating approach to the geological and economic assessment of titanium deposits with the construction of a model of one of the promising objects of the Volyn titanium-bearing region. *Proceedings of the International Conference "Ti-2013 in the CIS"*, May 26–29, 2013, Donetsk [in Russian].

Отримано редакцією журналу / Received: 06.05.23

Прорецензовано / Revised: 23.07.23

Схвалено до друку / Accepted: 31.08.23

Tetiana OKHOLINA, PhD (Geol.), Senior Researcher,
e-mail: svilya@ukr.net

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Halyna KUZMANENKO, PhD (Geol.), Researcher
e-mail: geology7@ukr.net

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

COMPARATIVE GEOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE TITANIUM DEPOSITS OF UKRAINE USING THE EXAMPLE OF THE NOVOMYRHOROD PLACERS DISTRICT

The article considers one of the methods of geological and economic assessment – ranking of titanium ore deposits on a point scale on the example of the Novomyrhorod placer district, which includes the Birzulivske deposit, Likarivske, Andriivske, Valuivske, Novomyrhorod placers, as well as the Eastern and Western residual areas. A brief geological description of the compared titanium objects is given, as well as the geological, qualitative and economic indicators are used to make a comparative geological and economic assessment of the studied deposits and placers. The use of a scoring scale allows comparing objects with different degrees of exploration and can be used to determine the prospects of any deposit among a number of objects with a limited amount of information.

Keywords: titanium deposits, rating assessment, Novomyrhorod placer district.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.