

ЕКОНОМІЧНИЙ ІМПЕРАТИВ «ЗЕЛЕНОГО» ВИДОБУТКУ КРИТИЧНИХ МІНЕРАЛІВ ТА ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙ ПІДПРИЄМСТВ ЯК ПІДГРУНТЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

*С. О. Помогаєв, здобувач освітньо-наукового рівня доктора філософії зі спеціальності 073 Менеджмент, НТУ «Дніпровська політехніка», sergeypomogaev@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-0010-7517>,
М. І. Іванова, д. е. н., професор, НТУ «Дніпровська політехніка», ma_riva@ukr.net, orcid.org/0000-0002-1130-0186*

Методологія дослідження. Результати отримані за рахунок застосування таких методів: загальнонаукові та спеціальні методи системно-структурного аналізу для обґрунтування необхідності перерозподілу інвестицій на користь підприємств повного циклу; групування – для визначення родовищ, які потребують інвестування; систематизації – для визначення потреби у критичних мінералах на період до 2050 р.; сценарного підходу – при порівнянні сценаріїв розвитку подій подальшої трансформації сектору електроенергетики до низьковуглецевої моделі економіки.

Результати. Охарактеризовано побудовані Міжнародною енергетичною агенцією сценарії розвитку подій за подальшої трансформації сектору електроенергетики до низьковуглецевої моделі економіки: сценарій заявленої політики (STEPS), сценарій оголошених зобов'язань (APS) і сценарій чистого нульового викиду до 2050 року (NZE). Окреслено основні аспекти кожного зі сценаріїв: обсяги попиту на «критичні мінерали», їх географічну концентрацію видобутку та переробки. Акцентовано, що підприємства з видобутку критичних мінералів мають інтегрувати процеси їх переробки у свої бізнес-моделі, що є ключовим для забезпечення стійкого економічного зростання та підвищення їх конкурентоспроможності.

Новизна. Застосовуючи різні сценарії розвитку гірничо-видобувні підприємства мають можливість значно збільшити додану вартість продукції. Перспективою подальшого розвитку є заміна експорту сирового літію виробництвом в Україні компонентів для акумуляторів, що значно підвищить прибутковість підприємств та створить синергетичний ефект у суміжних галузях – від виробництва компонентів для електромобілів до накопичувачів енергії та електроніки.

Практична значущість. Перспектива створення інвестиційного середовища збільшить привабливість для міжнародних партнерів, дозволить здійснювати інвестування капіталу у повний цикл виробництва у відповідності до принципів циркулярної економіки. До того ж, відповідальна інтеграція видобутку та переробки надасть змогу ефективно управляти відходами, зменшуючи екологічне навантаження та ризики для навколишнього середовища, що є вкрай важливим для залучення міжнародних інвестицій та інтеграції гірничо-видобувних підприємств України в глобальні ланцюги створення вартості.

Ключові слова: гірничо-видобувні підприємства, критична мінеральна сировина, критичні мінерали, ланцюги створення вартості, «зелений» видобуток, циркулярна економіка

Постановка проблеми. Сучасна світова економіка перебуває на етапі глибоких структурних зрушень, спричинених сукупністю глобальних викликів – енергетичних, екологічних та технологічних. Визначаль-

ними чинниками цих трансформацій є процеси декарбонізації, цифрової модернізації та інноваційного оновлення виробничих систем, що формують засади нової парадигми сталого розвитку.

Центральне місце у цьому процесі посідають критичні мінерали. Їх роль виходить далеко за межі сировинного забезпечення: вони є фундаментом розвитку «зелених» технологій, енергозберігаючих систем, цифрових інфраструктур і оборонно-промислових комплексів. А отже, перетворюються на ключовий елемент глобальної конкуренції за технологічне лідерство та економічну стійкість [12].

Зростання попиту на рідкісні елементи та метали нової генерації супроводжується посиленням гео економічної взаємозалежності держав і підвищенням ризиків порушення ланцюгів постачання. Це зумовлює актуалізацію стратегій ресурсної безпеки, створення регіональних альянсів і розвиток політики «відповідального добування» (responsible sourcing). У цих умовах країни з власною мінерально-сировинною базою набувають нового значення у світовому економічному просторі, стаючи потенційними центрами інвестицій та інноваційного зростання [20].

Виключенням не є й Україна, яка володіє значними запасами критично важливих мінералів, таких як літій, титан, нікель, марганець та рідкісноземельні елементи [3]. Ці ресурси відкривають країні перспективи для інтеграції у глобальні ланцюги створення вартості та розвитку високотехнологічних секторів економіки.

Разом із тим, розвиток видобувних підприємств України стримується низкою інституційних, технологічних та економічних бар'єрів. До числа яких, насамперед, слід віднести: фрагментарність нормативно-правового регулювання, недостатня прозорість процедур надрокористування, повільний темп модернізації видобувних і переробних підприємств, а також обмежені можливості для залучення довгострокових інвестицій.

Ситуацію ускладнюють і логістичні вузькі місця, зношеність інфраструктури та залежність від зовнішніх ринків переробки, геополітичні ризики, високий рівень невизначеності на міжнародних ринках і необхідність дотримання посилених екологічних стандартів. За цих умов потенціал України щодо перетворення власної мінерально-сировинної бази на джерело стійкого еконо-

мічного зростання може бути реалізований лише за умови системної модернізації підприємств видобувної галузі, розвитку переробних потужностей, цифровізації бізнес-процесів та впровадження механізмів відповідального управління ресурсами, вивченню можливостей запровадження яких саме і присвячено дане дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що питання видобутку «критичних мінералів» наразі досить активно обговорюється на сторінках наукових публікацій, аналітичних звітів та у виступах урядовців, що пояснюється їх вагомим значенням для розвитку ВДЕ та здійснення переходу до нейтрально-вуглецевої моделі економіки. Втім, до тепер не сформовано єдиного підходу щодо трактування визначення поняття «критичні мінерали». Так, за оприлюдненими даними американського Інституту геологічних наук, critical minerals (критичні корисні копалини) визначено як першочергово важливі для економіки корисні копалини, постачання яких може бути порушено [21]. За визначеннями відомої наукової геологічної організації при уряді Австралії, критично важливими корисними копалинами є метали і неметали, які вважаються життєво важливими для економічного добробуту великих і розвинутих економік світу, проте постачання яких може мати проблеми через геополітичні проблеми, геологічний дефіцит, торгову політику або інші фактори [16]. Фахівці ж Європейського Союзу критичну сировину визначають як економічно й стратегічно важливу сировину з високими постачальними ризиками для європейської економіки [14].

Відтак, критеріями визнання мінералів «критичними» є: по-перше, supply risk (ризик дефіциту) та economic importance (економічне значення); по-друге, ризик пропозиції (концентрація виробництва) та по-третє, збільшення виробництва (зростання розмірів ринку й геологічних ресурсів).

Ці критерії дозволяють визначити мінерали, які є стратегічно важливими для економіки та промисловості країни, оскільки їх дефіцит або обмежена пропозиція на міжнародних ринках може суттєво впливати на виробничі ланцюги і технологічний розвиток. Для України, що прагне відбудови та

модернізації економіки, ідентифікація критичних мінералів є ключовим завданням, адже вона формує основу для впровадження принципів «зеленого» та відповідального видобутку [6].

Формулювання мети статті. Метою даної статті є пошук шляхів забезпечення «зеленого» видобутку критичних мінералів задля виходу підприємств видобувної індустрії країни на світовий ринок мінералів, зміцнення їх конкурентних позицій та формування привабливого інвестиційного клімату в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Набуває ключового значення потреба систематизації у глобальній економіці досліджень в сфері критичної мінеральної сировини з врахуванням її природної обмеженості. Забезпеченість критичною сировиною є інструментом страхування від глобальних криз, чинником економічної безпеки країни та автономності.

Критична мінеральна сировина потрібна не лише для виробництва широкого асортименту товарів і послуг, але й для забезпечення переходу до чистої енергії [6]. Так, дотримання принципу сталої діджиталізації можливо за рахунок оптимізації функціонування цифрової інфраструктури та удосконалення матеріально-технічної бази. Це потребує більших стрімко зростаючих обсягів критичних матеріалів, які є важкозамінною складовою пристроїв інформаційно-комунікаційних технологій. Паралельно із збільшенням потреби у критичній сировині, зростає обсяг електронних відходів, що висвітлює ще одну дуже важливу проблему, яка

потребує максимально швидкого вирішення – це організація виробництва із дотриманням принципів циркулярності, за яким мінерали та метали цифрових продуктів можуть і повинні бути використані повторно [5].

Зусилля постійно зростаючої кількості країн і компаній скоротити свої викиди парникових газів до нуля вимагають масового впровадження широкого спектру екологічно чистих енергетичних технологій, багато з яких, у свою чергу, покладаються на критично важливі мінерали, такі як мідь, літій, нікель, кобальт і рідкоземельні елементи [12], на які вже зараз відчувається підвищений попит на світових ринках [1]. За попередніми розрахунками відновлювальна енергетики на період до 2050 року потребуватиме зростання споживання міді на понад 40 %, рідкоземельних елементів, таких як нікель – на 60–70 %, літій – майже на 90 % [8]. Попит на кобальт і графіт може зрости в 6–30 разів, ніж сьогодні, залежно від типу електростанцій та еволюції акумуляторів [23].

Прогнозується і розширення ліній передач та розподілу, яке теж вимагає великої кількості мінералів і металів. Як очікується, річний попит на мідь для електромереж зросте з 5 млн. т у 2020 році до 8,5 млн. т до 2050 року, а попит на алюміній – з 9 млн. т у 2020 році до 16 млн. т у до 2050 року [7]. Майже в 40 разів збільшиться попит на «критичні мінерали», необхідні для виробництва акумуляторів до електромобілів [22]. Тож, за попередніми припущеннями загальний попит на корисні копалини зросте з 400 кт до 11 800 кт на рік (таблиця 1).

Таблиця 1

Потреби у критичних мінералах на період до 2050 року

Тип електростанцій	Прогнози потреб у критичних матеріалах
Сонячна енергетика	Розширення концентрованої сонячної енергії збільшує попит на хром, мідь, марганець і нікель. Між 2020 і 2040 роками в SDS попит на хром з CSP зростає в 75 разів (до 91 тис. т), попит на мідь зростає в 68 разів (до 42 тис. т), попит на марганець зростає в 92 рази (до 105 тис. т), а попит на нікель зростає у 89 рази (до 35 кт)
Вітрова енергетика	Попит на мідь сягне 600 тис. т на рік у 2040 році, що стимулюється морським вітром, що потребує більшої кількості кабелів. Офшорні вітрові установки забезпечують майже 40% попиту на мідь від вітру, незважаючи на те, що на них припадає лише 20 % від загальної потужності вітрової енергії

Геотермальна енергетика	Попит на корисні копалини з геотермальної енергії зросте більш ніж у чотири рази між 2020 і 2040 роками. Незважаючи на те, що у 2040 році геотермальна енергетика становить менше 1 % усіх потужностей з низьким вмістом вуглецю, вона є основним джерелом попиту на нікель, хром, молібден і титан в енергетичному секторі. Із загального попиту на корисні копалини від усіх джерел енергії з низьким вмістом вуглецю в 2040 році на геотермальну енергію припадає 80 % попиту на нікель, майже половину загального попиту на хром і молібден і 40 % попиту на титан
Гідро- та біоенергетика	Гідроенергетика та біоенергетика становлять лише близько 2 % від загального попиту на мідь від усіх доданих потужностей з низьким вмістом вуглецю в 2040 році
Атомна енергетика	Загальний попит на корисні копалини від атомної енергетики – переважно хром, мідь і нікель – зростає приблизно на 35% порівняно з рівнем 2020 року, досягнувши майже 70 тис. т до 2040 року

Джерело: сформовано авторами за [22; 23]

Відтак, з прискоренням темпів переходу до низьковуглецевої моделі економіки, технології чистої енергії (зокрема, відновлювальні джерела енергії) стають сегментом з найшвидше зростаючим попитом на критичні мінерали. Втім, їх видобуток є настільки обмеженим і географічно сконцентрованим. Це змушує світ сприймати їх не тільки як головний інструмент руху та розвитку світової економіки, а й як джерело системних ризиків та загроз економічному розвитку країн світу та їх трансформацію до низьковуглецевої моделі економіки [8].

Так, Міжнародною енергетичною агенцією (МЕА) розроблено три сценарії розвитку подій при подальшій трансформації сектору електроенергетики до низьковуглецевої моделі економіки, спираючись на глобальну енергетичну та кліматичну модель (GEC): по-перше, сценарій заявленої політики (STEPS); по-друге, сценарій оголошених зобов'язань (APS); по-третє, сценарій чистого нульового викиду до 2050 року [13].

Сценарії APS та STEPS є дослідницькими, оскільки вони визначають набір початкових умов, таких як політика, цілі, критичні мінерали тощо, і бачать, до чого вони призводять на основі модельних представлень енергетичних систем, які відображають динаміку ринку і технічний прогрес [15].

Сценарій NZE є нормативним, оскільки розроблений для досягнення конкретних результатів – траєкторії викидів, що відповідає утриманню підвищення температури в

2100 році нижче 1,5°C (з імовірністю щонайменше 50 %) з обмеженою перевищення, загальний доступ до сучасних енергетичних послуг до 2030 року та значні покращення якості повітря – і показує шлях до їх досягнення [17].

За кожним з перелічених сценаріїв МЕА визначено потреби у «критичних мінералах» та можливість їх задоволення задля досягнення амбітних цілей щодо пом'якшення кліматичної кризи як в найближчій (2030 рік), так і в довгостроковій перспективі (2050 рік) [23].

Виходячи зі створеної у 2022 році бета-версії інтерактивної онлайн-карти критичних мінералів в Україні (Міністерство економіки України, 2023), на території країни виявлено 117+ видів корисних копалин, 22 з яких увійшли до списку критичних мінералів, сформованого ЄС [11]. Відтак, займаючи лише 0,4 % суші, Україна має в надрах 5% світових запасів мінералів, випереджаючи за їх обсягами США, Велику Британію, Францію, ФРН та Канаду [4]. Тож, для України відкрито вікно можливостей для реалізації мінерально-сировинного потенціалу.

Наразі інвестицій потребують Полохівське родовище (ліцензія до 2037 р.), ділянка Добра, Шевченківське (Донецька обл.) та Крута Балка, Пержанське родовище берилію (ліцензія до 2039 р.), Новополтавське родовище рідкісноземельних металів, Капітанівське родовище нікелю (ліцензія до 2032 р.), Прутівське родовище кобальту (ліцензія до 2034 р.), Балахівське (ліцензія до

2039 р.) та Буртинське родовища графіту [10].

Втім, для запобігання сценарію розвитку України як лише постачальника сировини, в країні доцільно розвивати переробку сировини та збільшувати обсяги виробництва продукції з доданою вартістю. Проте, така стратегія локалізації потребує партнерів, які володіють та мають доступ до сучасних технологій видобутку, збагачення та переробки критичних матеріалів [1].

Інвестування у повні виробничі цикли сприятиме зростанню доданої вартості всередині країни, підвищенню ефективності використання ресурсів та формуванню нових технологічно орієнтованих кластерів. Модернізація підприємств, впровадження сучасних методів переробки та екологічно чистих технологій дозволять забезпечити конкурентоспроможне виробництво, здатне інтегруватися у глобальні ланцюги поставок критичних мінералів.

Відтак, у цьому контексті диверсифікація інвестиційного портфеля держави та приватного сектора набуває ключового значення, адже вона дозволяє забезпечити стабільний притік капіталу у високотехнологічні сегменти економіки. Перерозподіл інвестицій на користь підприємств повного циклу створить умови для розвитку сучасної інфраструктури переробки. Завдяки цьому

видобувні підприємства отримають можливість не лише експортувати готову продукцію з високою доданою вартістю, а й залучати міжнародні партнерства, інтегруючись у стратегічні виробничі альянси у сфері критичних мінералів, що у довгостроковій перспективі забезпечить зміцнення їх економічної безпеки, розвиток інноваційної екосистеми та перехід до моделі «зеленого» видобутку критичних мінералів.

Яскравим прикладом підприємств з повним циклом виробництва є Група «Velta», що поєднує кілька українських та американських компаній, які здійснюють інтегроване виробництво від видобутку сировини (зокрема, Бирзулівське родовище і Лікарівське родовище титановмісної руди (ільменіту) у Новомиргороді Кіровоградської області) до виробництва кінцевого продукту [2].

У 2017 році Група «Velta» заснувала свій науково-дослідний центр Velta RD Titan, де розробило і запатентувало в Україні та США свою інноваційну технологію для отримання металевого титану, що має низький вуглецевий слід і нульові викиди.

Наступним кроком стала побудова ланцюга виробництва та реалізації кінцевого продукту, зокрема титанових медичних імплантів [2], що означає рух від сировини до готової продукції (рис. 1).



Рис. 1. Повний цикл виробництва компанії «Velta»

Джерело: візуалізовано за [2]

Отже, ГК «Велта» стає повністю вертикально інтегрованою, здійснюючи видобуток титанової сировини, переробку в на-

півфабрикат (титановий порошок) за власною технологією та виготовлення кінцевих виробів, забезпечуючи у такий спосіб дода-

ну вартість всередині країни, а не просто експорт сировини. Ця вертикальна інтеграція є значним кроком уперед і для української компанії, і для титанової промисловості [2].

Заслуговує на увагу діяльність компанії UMCC Titanium (United Mining and Chemical Company), яка з 2014 року об'єднує Вільногірський гірничо-металургійний комбінат та Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат, які займаються розробкою та збагаченням ільменіту з титановмісної руди, а також VMMP (Вільногірськ), що виробляє концентрати титанових руд: ільменіт, рутил, циркон, к'яніт-силімінит, стауроліт, кварцовий пісок, що постачаються на підприємства, які випускають пігменти, метали, кераміку, та скло. А UMCC в свою ж чергу здійснює продаж продукції на ринку Чехії, Італії, Німеччини та інших європейських країн [19].

Вартий уваги і гірничо-титановий бізнес Group DF, що поєднує Мотронівський гірничо-збагачувальний комбінат (Дніпропетровська обл.), Межиріченський ГЗК (Іршанськ, Житомирська обл.), який веде відкритий видобуток титанових руд та Валки-Ільменіт (Іршанськ, Житомирська обл.), що спеціалізується на добуванні ільменіту.

Group DF має вертикально інтегрований бізнес у титановій галузі – з видобутку до виробництва металу, і вже активно модернізує підприємства з експортною орієнтацією та міжнародною співпрацею [18].

Отже, приходимо до висновку, що в умовах загострення кліматичної кризи потрібні більш рішучі дії, які мають бути спрямовані на кліматично розумний видобуток «критичних мінералів» та їх переробку, заснований на прагненні покращити інвестиційний клімат в Україні.

Замість того, щоб залишатися лише постачальником сировини, країна має зосередити свої зусилля на переорієнтації інвестицій з первинного видобутку на повний виробничий цикл [18]. Це означає, що підприємства з видобутку критичних мінералів мають інтегрувати процеси їх переробки у свої бізнес-моделі, що є ключовим для забезпечення стійкого економічного зростання та підвищення їх конкурентоспроможності.

Інтеграція процесів переробки дозво-

лить гірничо-видобувним підприємствам значно збільшити додану вартість продукції. Замість експорту сирого літію, Україна може виробляти з нього компоненти для акумуляторів, що значно підвищить прибутковість та створить синергетичний ефект у суміжних галузях – від виробництва компонентів для електромобілів до накопичувачів енергії та електроніки. Такий підхід зробить інвестиції більш привабливими для міжнародних партнерів, оскільки інвестування капіталу у повний цикл виробництва відповідає принципам циркулярної економіки. До того ж, відповідальна інтеграція видобутку та переробки надасть змогу ефективно управляти відходами, зменшуючи екологічне навантаження та ризики для навколишнього середовища, що є вкрай важливим для залучення міжнародних інвестицій та інтеграції України в глобальні ланцюги створення вартості.

Висновки. Дослідження економічного імперативу «зеленого» видобутку критичних мінералів та диверсифікації інвестицій підтверджує, що ефективна трансформація гірничодобувної галузі є критично важливою для забезпечення сталого економічного розвитку та зміцнення глобальної конкурентоспроможності України та формування сприятливого інвестиційного клімату. Замість традиційної моделі орієнтації на експорт сировини, інтеграція процесів переробки та створення повного виробничого циклу дозволяє отримувати значну додану вартість, зменшувати залежність від зовнішніх ринків та забезпечувати технологічну незалежність.

Диверсифікація інвестицій у поєднанні з розвитком «зелених» технологій переробки створює синергетичний ефект: вона стимулює інноваційну діяльність, сприяє появі високотехнологічних робочих місць, підвищує ефективність використання природних ресурсів та знижує екологічне навантаження на навколишнє середовище. Важливим аспектом є також формування сприятливого нормативно-правового середовища, підтримка науково-дослідних центрів і стимулювання приватних інвестицій, що забезпечує стійкий розвиток промислових кластерів і сприяє інтеграції країни у глобальні ланцюги створення вартості.

Таким чином, стратегія «зеленого» видобутку критичних мінералів у поєднанні з диверсифікацією інвестицій не лише відповідає сучасним економічним і екологічним вимогам, а й стає інструментом формування довгострокової економічної стабільності, технологічного прогресу, соціально відповідального розвитку та забезпечення привабливого інвестиційного клімату в Україні. Реалізація таких підходів дозволяє країні не просто залишатися учасником світового ринку сировини, а займати провідні позиції у глобальному виробничому ланцюгу критичних ресурсів.

Література

1. Білозерова Л. Зелена економіка на порозі ресурсних перегонів: Україна має готуватись. Українська енергетика. 2023. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/zelena-ekonomika-na-porozi-resursnykh-perehoniv-ukraina-maie-hotuvatys>
2. «Велта» замикає повний цикл виготовлення кінцевих виробів із титану – від видобутку до комерційного продукту. *Interfax-Україна*. 2023. URL: https://interfax.com.ua/news/economic/934233.html?utm_source=chatgpt.com
3. Головатенко В. Критична сировина: короткий лікбез для власників надр. BRDO. 2021. URL: <https://brdo.com.ua/analytics/krytychna-syrovyna-korotkyj-likbez-dlya-vlasnykiv-nadr/>
4. Кашук Д. Критичні надра, або Як ми можемо впливати на економіку ЄС. Економічна правда. 2019. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2019/12/6/654540/>
5. Крисоватий А.І., Максимова І.І., Куриляк В.Є. Кліматично-нейтральна економіка: глобальна візія та цифрові механізми досягнення. Тернопіль: ЗУНУ, 2024. 305 с.
6. Методичні рекомендації та найкращі практики для ММСП для забезпечення стійкості та прогресу на шляху до циркулярної економіки в галузі сталого управління ресурсами та ланцюгів постачання критичної сировини в Україні. UNECE. 2021. URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-06/Report_ukr_compiled-Final22March2021%20v2-1.pdf
7. Міністерство економіки України. План для 2024–2027 Ukraine Facility. 2023. URL: <https://www.ukrainefacility.me.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/plan-ukraine-facility.pdf>
8. Перелигін Є. Ринок критичних мінералів зіштовхнувся з головною небезпекою. LIGA.NET. 2024. URL: <https://www.liga.net/ua/all/opinion/rynok-krytychnykh-mineraliv-zishtovkhnusia-z-holovnoiu-nebezpekoiu>
9. Титановий бізнес. GDF. URL: https://groupdf.com/uk/nash-biznes-2/titanoviyi-biznes/?utm_source=chatgpt.com
10. Шехунова С.Б. Критична та стратегічна мінеральна сировина для економічної безпеки та повного розвитку України. *Вісник НАН України*. 2023. №5. С. 25-30. <https://doi.org/10.15407/visn2023.05.025>
11. BGV GROUP MANAGEMENT. Українські критичні мінерали для британських технологій: компанія BGV презентувала у Лондоні видобувний потенціал країни. 2024. URL: <https://bgv.com.ua/ukrainian-critical-minerals-for-british-technologies-ua/>
12. Birol F. How to make sure critical minerals are an enabler, not a bottleneck, for clean energy transitions. IEA. 2021. URL: <https://www.iea.org/commentaries/how-to-make-sure-critical-minerals-are-an-enabler-not-a-bottleneck-for-clean-energy-transitions>
13. Critical Minerals Market Review 2023. European Commission. 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/critical-minerals-market-review-2023>
14. Critical Raw Materials Alliance. What are Critical Raw Materials?: <http://criticalrawmaterials.org/critical-raw-materials/>
15. Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future. European Commission. 2023. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_166
16. Geoscience Australia. Critical Minerals. URL: <https://www.ga.gov.au/about/projects/resources/critical-minerals>
17. Global Critical Minerals Outlook 2024. URL: <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024>
18. Harper G., Sommerville R., Kendrick E. Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *Nature*. 2019. №575, p. 75-86. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5>
19. JSC «United mining and chemical company» 100% block of shares. 2024. URL: https://privatization.gov.ua/wp-content/uploads/2024/07/UMCC_ENG.pdf?utm_source=chatgpt.com
20. Schulz K.J., De Young J.H., Seal R.R., Bradley D.C. Critical mineral resources of the United States – Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 2017. no. 1802. p. 797. <https://doi.org/10.3133/pp1802>
21. The American Geosciences Institute. Critical Minerals. URL: <https://www.americangeosciences.org/critical-issues/critical-minerals>
22. World Energy Outlook Special Report. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. IEA. 2022. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>
23. Yemelyanov V., Levchenko N., Ravliuk V. State regulation of the extraction of critical minerals as a dominant component of achieving the goals of sustainable development and strengthening the economic

security of the state. *Public Administration and Regional Development*, 2024. no. 25. p. 1009-1029. <https://doi.org/10.34132/pard2024.25.14>

References

1. Bilozeroва, L. (2023). Zelena ekonomika na porozi resursnykh perehoniv: Ukraina maie hotuvats. *Ukrainska enerhetyka*. Retrieved from <https://ua-energy.org/uk/posts/zelena-ekonomika-na-porozi-resursnykh-perehoniv-ukraina-maie-hotuvats>
2. «Velta» zamykaie povnyi tsykl vyhotovlennia kintsevykh vyrobiv iz tytanu – vid vydobutku do komertsiihnoho produktu. *Interfax-Ukraina*. 2023. Retrieved from https://interfax.com.ua/news/economic/934233.html?utm_source=chatgpt.com
3. Holovatenko, V. (2021). Krytychna syrovyna: korotkyi likbez dlia vlasnykiv nadr. BRDO. Retrieved from <https://brdo.com.ua/analytics/krytychna-syrovyna-korotkyi-likbez-dlya-vlasnykiv-nadr/>
4. Kashchuk, D. (2019). Krytychni nadra, abo Yak my mozheмо vplyvaty na ekonomiku YeS. *Ekonomichna Pravda*. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/columns/2019/12/6/654540/>
5. Krysovatyi, A.I., Maksymova, I.I., & Kuryliak V.Ye. (2024). Klimatychno-neitralna ekonomika: hlobal-na viziia ta tsyfrovii mekhanizmy dosiahnennia. *Ternopil: ZUNU*.
6. Metodichni rekomendatsii ta naikrashchi prak-tyky dlia MMSP dlia zabezpechennia stiikosti ta pro-hresu na shliakhu do tsyrkuliarnoi ekonomiky v haluzi staloho upravlinnia resursamy ta lantsiuhiv postachan-nia krytychnoi syrovyny v Ukraini. UNECE. 2021. Retrieved from https://unece.org/sites/default/files/2021-06/Report_ukr_compiled-Final22March2021%20v2-1.pdf
7. Ministerstvo ekonomiky Ukrainy. Plan dlia 2024-2027 Ukraine Facility. 2023. Retrieved from <https://www.ukrainefacility.me.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/plan-ukraine-facility.pdf>
8. Perelyhin, Ye. (2024). Rynok krytychnykh mineraliv zishtovkhnusia z holovnoiu nebezpekoiu. *LIGA.NET*. Retrieved from <https://www.liga.net/ua/all/opinion/rynok-krytychnykh-mineraliv-zishtovkhnusia-z-holovnoiu-nebezpekoiu>
9. Tytanovyi biznes GDF. Retrieved from https://groupdf.com/uk/nash-biznes-2/titanoviy-biznes/?utm_source=chatgpt.com
10. Shekhunova, S.B. (2023). Krytychna ta stratehichna mineralna syrovyna dlia ekonomichnoi bezpeky ta povoiennoho rozvytku Ukrainy. *Visnyk NAN Ukrainy*, (5), 25-30. <https://doi.org/10.15407/visn2023.05.025>
11. BGV GROUP MANAGEMENT. Ukrainski krytychni mineraly dlia brytanskykh tekhnolohii: kompaniia BGV prezentuvava u Londoni vydobuvnyi potentsial krainy. 2024. Retrieved from <https://bgv.com.ua/ukrainian-critical-minerals-for-british-technologies-ua/>
12. Birol, F. (2021). How to make sure critical minerals are an enabler, not a bottleneck, for clean energy transitions. IEA. 2021. Retrieved from <https://www.iea.org/commentaries/how-to-make-sure-critical-minerals-are-an-enabler-not-a-bottleneck-for-clean-energy-transitions>
13. Critical Minerals Market Review 2023. European Commission. 2023. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/critical-minerals-market-review-2023>
14. Critical Raw Materials Alliance. What are Critical Raw Materials?: Retrieved from <http://criticalrawmaterials.org/critical-raw-materials/>
15. Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future. European Commission. 2023. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_166
16. Geoscience Australia. Critical Minerals. Retrieved from <https://www.ga.gov.au/about/projects/resources/critical-minerals>
17. Global Critical Minerals Outlook 2024. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024>
18. Harper, G., Sommerville, R., Kendrick, E. (2019). Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *Nature*, (575), 75-86. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5>
19. JSC «United mining and chemical company» 100% block of shares. 2024. Retrieved from https://privatization.gov.ua/wp-content/uploads/2024/07/UMCC_ENG.pdf?utm_source=chatgpt.com
20. Schulz, K.J., De Young, J.H., Seal, R.R., Bradley, D.C. (2017). Critical mineral resources of the United States – Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper, no. 1802, pp. 797. <https://doi.org/10.3133/pp1802>
21. The American Geosciences Institute. Critical Minerals. Retrieved from <https://www.americangeosciences.org/critical-issues/critical-minerals>
22. World Energy Outlook Special Report. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. IEA. 2022. Retrieved from <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>
23. Yemelyanov, V., Levchenko, N., Ravliuk, V. (2024). State regulation of the extraction of critical minerals as a dominant component of achieving the goals of sustainable development and strengthening the economic security of the state. *Public Administration and Regional Development*, (25), pp. 1009-1029. <https://doi.org/10.34132/pard2024.25.14>

ECONOMIC IMPERATIVE OF «GREEN» EXTRACTION OF CRITICAL MINERALS AND
DIVERSIFICATION OF ENTERPRISE INVESTMENTS AS A BASIS FOR ENSURING THE
INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE NATIONAL ECONOMY

O. S. Pomohaiev, Applicant, Dnipro University of Technology,

*M. I. Ivanova, D.E., Professor, Professor of Department of Management, Dnipro University of
Technology*

Methods. The results were obtained by applying the following methods: general scientific and specific methods of system-structural analysis to justify the need for redistribution of investments in favor of full-cycle enterprises; grouping – to identify deposits that require investment; systematization – to determine the need for critical minerals for the period until 2050; scenario approach – when comparing scenarios for the development of events for the further transformation of the electricity sector to a low-carbon model of the economy.

Results. The scenarios of the further transformation of the electricity sector to a low-carbon economic model developed by the International Energy Agency are described: Stated Policies Scenario (STEPS), Announced Pledges Scenario (APS) and Net Zero Emissions scenario by 2050 (NZE). The main aspects of each of the scenarios are outlined: the volume of demand for «critical minerals», their geographical concentration of extraction and processing. It is emphasized that enterprises extracting critical minerals must integrate their processing into their business models, which is key to ensuring sustainable economic growth and increasing their competitiveness.

Novelty. By applying different development scenarios, mining enterprises have the opportunity to significantly increase the added value of their products. The prospect of further development is to replace the export of raw lithium with the production of battery components in Ukraine, which will significantly increase the profitability of enterprises and create a synergistic effect in related industries – from the production of components for electric vehicles to energy storage and electronics.

Practical value. The prospect of creating an investment environment will increase the attractiveness for international partners, will allow for capital investment in the full production cycle in accordance with the principles of the circular economy. In addition, the responsible integration of mining and processing will allow for effective waste management, reducing the environmental burden and risks to the environment, which is extremely important for attracting international investment and integrating Ukrainian mining enterprises into global value chains.

Keywords: mining enterprises, critical mineral raw materials, critical minerals, value chains, «green» mining, circular economy, investment climate.

Стаття надійшла до редакції 11.10.25 р.

Прийнята до публікації 06.11.25 р.

Дата публікації 26.12.25 р.