

НОРМАТИВНІ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ТА ОЦІНКИ ЗАПАСІВ ТА РЕСУРСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН ПІДРАХОВАНИХ МЕТОДАМИ БЛОКОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Баряцька Н.В.¹, д. геол. н., VariatskaN@gmail.com;

Литвинюк С.Ф.², к. геол. н., lytvyniuksf@gmail.com,

1 – ТОВ «Софтмайн», м. Київ, Україна,

2 – Державна комісія України по запасах корисних копалин, м. Київ, Україна

Надається огляд нормативно-правової бази України щодо експертизи запасів корисних копалин, а також міжнародних вимог до критеріїв оцінки запасів і ресурсів корисних копалин. Обговорюються вихідні дані та основні засоби поетапної верифікації ресурсних блокових моделей. Для експертизи та оцінки запасів та ресурсів, підрахованих методами блокового моделювання, вимоги до матеріалів експертизи потрібно доповнити вимогами щодо моделювання.

REGULATORY AND METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE STATE EXPERTISE AND EVALUATION OF MINERAL RESOURCES AND RESERVES ESTIMATED BY BLOCK MODELLING METHODS

Bariatska N.¹, Dr. Sci. (Geol.), VariatskaN@gmail.com;

Lytvyniuk S.², Cand. Sci. (Geol.), lytvyniuksf@gmail.com,

1 – Softmine LLC, Kyiv, Ukraine,

2 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine

The article provides an overview of the regulatory framework of Ukraine for the expertise of mineral reserves and international requirements for the criteria for mineral resource and reserve estimation. Initial data and basic means of step-by-step verification of resource block models are discussed. For the expertise and evaluation of resources and reserves estimated by block modeling methods, the requirements for expertise materials should be supplemented by modeling requirements.

Вступ. Мінерально-сировинна база України налічує тисячі опозитованих і розвіданих ділянок надр, частина з яких вже залучена у промислове освоєння, а частина потребує пошуку інвестицій для наступного освоєння. Інвестування об'єктів надрокористування сьогодні є сферою міжнародного бізнесу і потребує використання вимог і ознак міжнародних стандартів і класифікаційних систем, що значно полегшує підготовку і розуміння геологічної інформації. Міжнародні стандарти геологічного вивчення, оцінки запасів і ресурсів, а також вітчизняні нормативні документи містять класифікації об'єктів за базовими ознаками, які відображають регіональні традиції розвитку геологічної та добувної галузі.

Найбільш застосовуваною для твердих корисних копалин є класифікаційна система шаблону CRIRSCO для публічної звітності щодо результатів геологорозвідувальних робіт, ресурсів і запасів таких корисних копалин [18]. Головними принципами дії і застосування Шаблону є прозорість, матеріальність (істотність) і компетентність (transparency, materiality and competence). Публічний звіт про результати геологорозвідувальних робіт, мінеральні ресурси і запаси корисних копалин, повинен бути підготовлений, особисто або під керівництвом, і підписаний Компетентною особою. У поточний час Комітет CRIRSCO об'єднує чотирнадцять національних Кодексів (Класифікацій), які розроблені відповідно до мінімальних стандартів CRIRSCO: JORC (Australasia), CBRR (Brazil), CIM (Canada), Comision Minera (Chile), CCRR (Colombia), PERC (Europe), NACRI (India), KCMCI (Indonesia), KAZRC (Kazakhstan), MPIGM (Mongolia), OERN (Russia), SAMCODES (South Africa), UMREK (Turkey), SME (United States of America).

Головною особливістю застосування класифікаційних систем розроблених відповідно до мінімальних стандартів CRIRSCO, під час оцінки кількісних та якісних показників запасів та ресурсів мінеральної сировини, є широке застосування блокового моделювання [17, 19].

Нормативно-правова база України щодо експертизи запасів корисних копалин. В Україні, відповідно до законодавства, ведеться системний облік запасів та ресурсів всіх видів

корисних копалин (мінеральної сировини) і регламентується рядом нормативних документів [6, 8] (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік основних нормативно-правових актів та методичних документів які регламентують вимоги та застосування результатів ГЕО запасів та ресурсів мінеральної сировини

Нормативно-правовий акт	Завдання
Кодекс України про надра [5]	Регулювання гірничих відносин з метою забезпечення раціонального, комплексного використання надр для задоволення потреб у мінеральній сировині та інших потреб суспільного виробництва, охорони надр, гарантування при користуванні надрами безпеки людей, майна та навколишнього природного середовища
Податковий кодекс України [10]	Регулює відносини, що виникають у сфері справляння податків і зборів (рентні платежі)
Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр [4]	Встановлює єдині для державного фонду надр України принципи підрахунку, геолого-економічної оцінки і державного обліку запасів корисних копалин згідно з рівнем їх промислового значення та ступенем геологічного і техніко-економічного вивчення, умови, що визначають підготовленість розвіданих родовищ корисних копалин до промислового освоєння, а також основні принципи кількісної оцінки ресурсів корисних копалин
Положення про стадії геологорозвідувальних робіт на тверді корисні копалини [15]	Регламентує послідовність проведення геологорозвідувальних робіт у процесі геологічного вивчення надр, установлює загальні для всіх видів твердих корисних копалин визначення об'єктів геологорозвідувальних робіт, вимог до змісту й складу, а також результатів робіт на різних стадіях і підстадіях геологорозвідувального процесу
Положення про порядок проведення державної експертизи і оцінки запасів корисних копалин [12]	Визначає порядок і умови проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин
Положення про порядок організації та виконання дослідно-промислової розробки родовищ корисних копалин загальнодержавного значення [11]	Установлює вимоги щодо порядку організації та проведення дослідно-промислової розробки родовищ корисних копалин загальнодержавного значення та визначає подальше використання наслідків робіт
Порядок державного обліку родовищ, запасів і проявів корисних копалин [16]	Система збору, обробки та зберігання даних про результати геологорозвідувальних та гірничодобувних робіт, визначення стану, перспектив розвитку, раціонального використання та охорони мінерально-сировинної бази
Інструкції, рекомендації та вимоги Державної комісії України по запасах корисних копалин, що застосовуються під час проведення державної експертизи [9, 13, 14]	Встановлення єдиних вимог до: <ul style="list-style-type: none"> – групування родовищ за геолого-промисловими типами, складністю геологічної будови, кількістю запасів, вмістом і таке інше; – розподілу запасів за їхнім промисловим значенням, техніко-економічною та геологічною вивченістю; – вивченості родовищ, підрахунку запасів і підготовленості до промислового освоєння; – підрахунку запасів та ресурсів родовищ та оцінки перспективних ділянок надр; – підготовленості розвіданих родовищ або їх ділянок до промислового освоєння
Інші нормативно-правові акти	Використання результатів ГЕО під час проектування та ліквідації гірничодобувних підприємств, списання запасів та таке інше

Відповідно до законодавства в Україні передбачено можливість проведення стандартного (нормативного) та комерційного варіантів оцінки, що також виражає можливі розбіжності у завданнях геолого-економічної оцінки (далі – ГЕО) з боку держави та надкористувача. Стандартний варіант є обов'язковим для всіх об'єктів оцінки, що подаються на державну експертизу. Розрахунки в ньому виконуються відповідно до визначених нормативними документами умов. Комерційний варіант розробляється як додатковий, якщо це передбачено технічним завданням користувача надр.

Зазвичай комерційний варіант оцінки передбачає наявність блокової ресурсної моделі, у той час як підрахунок запасів для стандартного (нормативного варіанту) виконується з використанням традиційними методів геологічних розрізів або блоків.

Поточна необхідність використання блокового моделювання під час проведення державної експертизи та оцінки запасів і ресурсів мінеральної сировини зумовлена можливістю використання сучасних підходів, які широко використовуються гірничодобувними компаніями та фінансовими інституціями розвинутих країн. Адаптація та гармонізація окреслених підходів в Україні може відбуватися, у тому числі, шляхом розробки керівних документів Державної комісії України по запасах корисних копалин (далі – ДКЗ). Особливої уваги потребує концептуальний перегляд положень про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину.

Доцільно було б за бажанням надрокористувача використовувати блокові моделі для державної експертизи запасів. Це б дозволило економити кошти і час, а також мати один базовий варіант...

Необхідність проведення ГЕО та її особливості (методичні та нормативні) залежить від стадії та виду користування надрами відповідно до Кодексу про надра. Невід'ємною частиною національної концепції ГЕО є незалежна верифікація отриманих даних та результатів проведених робіт. Згідно з чинним законодавством верифікація відповідності виконаних робіт та оголошених результатів єдиним принципам Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр і вимогам інших нормативно-правових актів, здійснюється під час проведення державної експертизи матеріалів ГЕО (ГЕО-1, ГЕО-2, ГЕО-3).

Враховуючи мету та завдання державної експертизи [12] ключову роль під час перевірки оцінок достовірності виділених напрямів вивчення має відігравати інститут незалежних експертів, що залучаються. Структура та функціонування такого інституту має відповідати найкращим міжнародним практикам. Експерти, що залучаються до проведення державної експертизи, повинні мати належну кваліфікацію та достатній досвід за напрямом оцінки.

Матеріали геолого-економічних оцінок родовищ металічних і неметалічних корисних копалин щодо підрахунку запасів, які подаються на розгляд Державної комісії по запасах корисних копалин, включають [9]:

- кондиції для підрахунку запасів;
- обґрунтування прийнятого методу підрахунку запасів;
- принцип побудови підрахункових блоків і контурів тіл корисних копалин, методика екстраполяції; обґрунтування ступеня розвіданості запасів по блоках, класах і категоріях;
- методика визначення середніх величин підрахункових параметрів, об'ємів блоків, запасів, технологічних типів, сортів (марок);
- наявність надзвичайно високих (ураганних) вмістів корисних компонентів та способи обмеження їх впливу на підрахунок запасів;
- опис алгоритмів і програм, що дають можливість перевірки результатів підрахунку із застосуванням ЕОМ;
- обґрунтування розподілу запасів по класах розвіданості і категоріях, дані про запаси в блоках, що розпочаті розробкою, в охоронних ціликах;
- прийняті методи підрахунку запасів супутніх компонентів по вмісту в пробах (в т. ч. мономінеральних), в концентратах та способи кореляції; обґрунтування віднесення запасів супутніх компонентів до класів розвіданості вміщуючої її основної корисної копалини, вивченості форм їх концентрації (розподілу);
- результати підрахунку основних і супутніх корисних копалин по групах і класах запасів та напрямках використання; для забалансових запасів - розподіл за ознаками, що спричинили віднесення запасів до цієї групи;
- порівняння підрахункових запасів корисних копалин і корисних компонентів з врахованими державними балансами та пояснення причин невідповідностей.

Міжнародні вимоги до критеріїв оцінки запасів і ресурсів корисних копалин. З метою залучення коштів або прийняття інвестиційних рішень, наприклад щодо проєктів гірничодобувних активів компанії, відповідно до вимог регулятора, використовують положення того чи іншого національного (регіонального) кодексу звітності, що входять до кодексів сімейства CRIRSCO [1, 7].

Такий підхід передбачає оцінку активу компанії, як об'єкту оцінки з метою прийняття надійного рішення щодо подальших дій з управління активу (геологорозвідувальні роботи, ТЕО, експлуатація). Під час такого процесу головним пріоритетом є достовірність звітності щодо перспектив освоєння, прогнози виробництва та визначення чистого дисконтованого грошового потоку (NPV) [8].

Єдині стандарти, структура, наповнення та форма звітності щодо результатів оцінки активів з освоєння мінеральних ресурсів різних стадій описані в різних національних кодексах звітності та відповідають Шаблону CRIRSCO.

Важливо відмітити, що на відміну від державної концепції, комерційна концепція оцінки здійснюється з врахуванням геологічної вивченості та модифікуючих факторів (чинників), а не на підставі інструктивних вимог нормативних документів (інструкцій, методичних рекомендацій і таке інше). Геологічне вивчення досягається відповідною мережею гірничих виробок та спостережень із застосуванням підходів якості визначення і контролю (QA/QC) [3]. Під час переходу від ресурсів до запасів враховують модифікуючі фактори, до яких належать, але не обмежуються, гірничодобувні, переробні, металургійні, інфраструктурні, економічні, маркетингові, юридичні, екологічні, соціальні та державні фактори.

Іншим важливим аспектом особливості комерційної концепції ГЕО є діяльність інституту «компетентної особи» (Competent / Qualified Person). Компетентна особа це фахівець, який є членом національної організації звітності (National Reporting Organisation) з відповідним рівнем (класом) членства або іншої визнаної професійної організації (Recognised Professional Organisations) із обов'язковою дисциплінарною відповідальністю.

Компетентна особа повинна мати щонайменше п'ять років відповідного досвіду в області напряму дослідження (геолог, інженер, проєктант і т.д.) певного виду мінералізації або типу родовища, що розглядається, і в діяльності, яку ця особа здійснює. Компетентна особа несе особисту відповідальність за всю необхідну документацію, пов'язану з підготовкою публічних звітів та інших документів, що публікуються відповідно до стандартів звітності Шаблону CRIRSCO.

Звіт супроводжується заявою компетентної особи (осіб), що містить усі відомості про кваліфікацію, професійну і корпоративну приналежність, підтвердження незалежності від емітента або замовника і т.ін.

Діяльність інституту «компетентної особи» зумовлює відсутність окремої стадії верифікації з боку власника надр отриманих даних дослідження. Іншими словами виконавець робіт з оцінки несе відповідальність за отримані (опубліковані) дані та їхню верифікацію. Результати кількісних, якісних, екологічних, економічних та інших характеристик накопичуються (обліковуються) в рамках компаній або груп компаній, які здійснюють управління активами, що пов'язані з освоєнням мінеральної сировини. Частина результатів оцінки може бути облікована на загальнодержавному рівні якщо це вимагає законодавство. Більшість крупних компаній оперують активами, які розташовані в різних країнах, що ускладнює аналіз, моніторинг та управління мінеральною сировиною на державному рівні.

Вимоги до оцінки та звітності про ресурси і запаси корисних копалин наведені у Розділі 4 Контрольного переліку критеріїв оцінки та звітності (табл. 2).

Контрольний перелік критеріїв оцінки та звітності про результати розвідки, ресурси та запаси корисних копалин [19]

	Результати геологічної розвідки	Ресурси корисних копалин	Запаси корисних копалин	
Розділ 4: Оцінка та звітність про результати розвідки, ресурси та запаси корисних копалин				
4.1 Геологічна модель та інтерпретація	(i)	Характер, детальність і достовірність геологічної інформації про літологічні, структурні, мінералогічні, метасоматичні або інші геологічні, геотехнічні та геометалургійні характеристики.		
	(ii)	Геологічна модель, методика побудови та припущення, які є основою для результатів розвідки або оцінки мінеральних ресурсів. Достатність щільності даних для забезпечення безперервності мінералізації та геології і надання адекватної основи для процедур оцінки та класифікації, що застосовуються.		
	(iii)	Будь-які геологічні, гірничотехнічні, металургійні, технологічні, екологічні, соціальні, інфраструктурні, юридичні та економічні фактори, які можуть мати значний вплив на перспективи об'єкта розвідки або родовища.		
	(iv)		Геологічні дані, які можуть суттєво вплинути на оцінку кількості та якості мінеральних ресурсів.	
	(v)		Розгляд альтернативних інтерпретацій або моделей та їх можливий вплив (або потенційний ризик) на оцінку мінеральних ресурсів, якщо такі є.	
	(vi)		Геологічні поправки, що застосовуються в моделі, незалежно від того, чи застосовуються вони до мінералізованого та/або немінералізованого матеріалу.	
4.2 Методика оцінки та моделювання	(i)	Детальний опис методів оцінки та припущень, використаних для визначення діапазонів вмісту та тоннажу для об'єктів розвідки.		
	(ii)		Характер і доречність застосованої(их) методики(ок) оцінки та ключові припущення, включаючи обробку екстремальних значень вмісту (відсікання або обмеження), композитування, поділ на домени, відстань між пробами, розмір блоку, селективні видобувні одиниці, параметри інтерполяції та максимальна відстань екстраполяції від точок даних.	
	(iii)		Припущення та обґрунтування кореляцій між показниками	
	(iv)		Будь-яка відповідна спеціалізована комп'ютерна програма (програмне забезпечення), що використовувалася (із зазначенням номера версії), а також використані параметри.	
	(v)		Процеси перевірки та валідації, порівняння даних моделі та опробування; використання даних перевірки при оцінці ресурсів	
	(vi)		Припущення, зроблені щодо оцінки будь-яких супутніх продуктів, побічних продуктів або шкідливих елементів.	

При порівнянні вимог до матеріалів та критеріїв оцінки ресурсів (підрахунку запасів) корисних копалин не виявляється критичних відмінностей. У випадку шаблону CRIRSCO

такі вимоги є більш загальними і менш детальними, що в цілому є характерним для міжнародних вимог. Деякі аспекти, що стосуються, наприклад, ураганних (екстремально високих) вмістів, обґрунтування методів підрахунку та ін., є дуже подібними. Інші, зокрема щодо параметрів моделювання або кондицій, суттєво відрізняються, що обумовлено відмінністю підходів. Так, результатом оцінки мінеральних ресурсів зазвичай є ресурсна модель, обмежена літологією або природним (статистичним) бортовим вмістом, а також “побортовим” звітом щодо ресурсів. Обґрунтування параметрів кондицій та переведення ресурсів в запаси відбувається на наступному етапі техніко-економічної оцінки (Pre/Feasibility Study), тому вони не включені у критерії оцінки ресурсів.



Рис. 1. Блокова модель – а, звіт щодо підрахунку запасів (оцінки ресурсів) – б, крива вміст-тоннаж – в

Вихідні дані та засоби верифікації блокових моделей. Для якісної експертизи запасів, підрахованих методами блокового моделювання, повинні бути представлені усі вихідні та проміжні дані, а також параметри та результати моделювання. Цих даних має бути достатньо, щоб експерт міг повторити усі розрахунки та оцінки та порівняти результати. Формати файлів мають бути стандартними, наприклад: табличні (включаючи блокові моделі) *xlsx*, *csv* та ін., векторні (включаючи каркасні моделі та поверхні) *dwg*, *dxf* та ін., растрові *jpg*, *tif* та ін. Це дозволить працювати з даними у будь-якому програмному середовищі.

Різноманітні інструменти та засоби дозволяють контролювати кожен етап ресурсного блокового моделювання [2] (рис. 2).

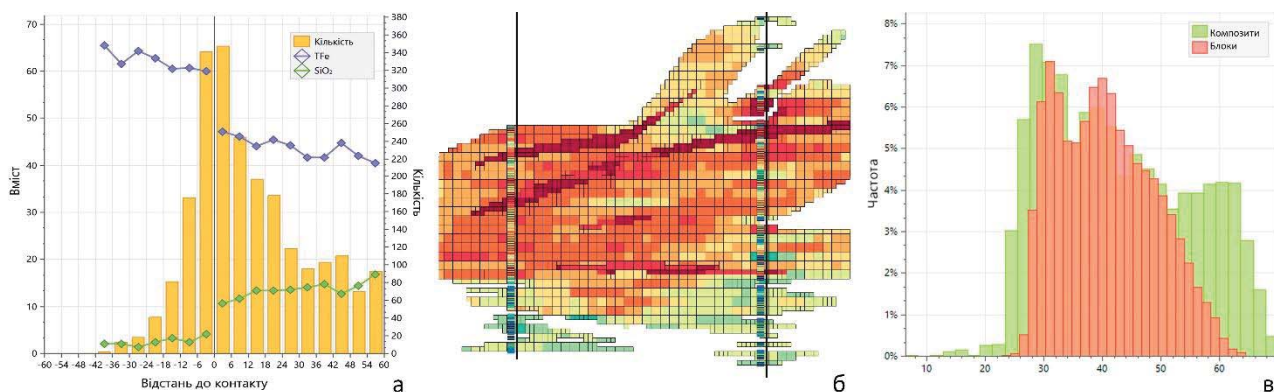


Рис. 2. Верифікація ресурсної блокової моделі: а – аналіз границь, б – візуальна перевірка, в – багатовимірна гістограма

Основні можливості верифікації показано в табл. 3, цей перелік не є вичерпним і не включає верифікацію вихідних даних щодо застосованих геологорозвідувальних методик і процедур.

Основні інструменти та засоби для верифікації блокових ресурсних моделей

Етап	Предмет перевірки	Інструменти та засоби
База даних	Коректність вихідних даних	<ul style="list-style-type: none"> Автоматична перевірка технічних помилок Візуальна перевірка Порівняння з графічними та іншими матеріалами Статистичний та QA/QC аналіз
Геологічна інтерпретація та каркасне моделювання	Вибір та дотримання параметрів інтерпретації, каркасного або умовного моделювання	<ul style="list-style-type: none"> Візуальна вибіркова перевірка інтерпретації Автоматична перевірка каркасів на помилки триангуляції Графічний аналіз меж (границь)
Обмеження ураганних вмістів	Значення ураганного вмісту	<ul style="list-style-type: none"> Децильний аналіз Гістограма, графік накопиченої частоти, графік ймовірності та ін.
Блокове моделювання	Параметри блокової моделі (розміри материнського блоку, субблокування, орієнтація та ін.)	<ul style="list-style-type: none"> Візуальна перевірка Порівняння об'ємів каркасної та блокової моделей Блокове моделювання з різними параметрами
Геостатистичний аналіз	Параметри області пошуку (радіус, орієнтація, співвідношення осей)	<ul style="list-style-type: none"> Візуальна оцінка еліпсу інтерполяції Статистика області пошуку Кількісний аналіз області пошуку кригінгу (QKNA)
Оцінка ресурсів (підрахунок запасів)	Відповідність блокової моделі вихідним даним	<ul style="list-style-type: none"> Порівняння статистичних параметрів Порівняння розподілів (гістограма, “ящик з вусами”, квантиль-квантиль графік) Візуальне локальне порівняння Графіки Swath
Перевірка якості оцінки	Коректність блокової моделі	<ul style="list-style-type: none"> Перехресна перевірка Порівняння з результатами альтернативних методів (IDW, Kriging, полігональний, машинне навчання і т.д.) Порівняння з результатами видобування або експлуатаційної розвідки

Висновки. Порівняння вітчизняних вимог до матеріалів ГЕО та міжнародних вимог до критеріїв оцінки запасів і ресурсів корисних копалин показало, що вони є досить подібними, особливо у частині повноти та обґрунтованості геологічних даних. Враховуючи детальність вимог до матеріалів експертизи, у частині підрахунку запасів, вони можуть бути доповнені вимогами щодо моделювання (вихідні дані, параметри, моделювання) для об'єктивної оцінки ресурсних блокових моделей.

Матеріали для експертизи запасів, підрхованих методами блокового моделювання, мають містити усі вихідні та проміжні дані з використанням стандартних форматів файлів, а також параметри моделювання. Верифікація ресурсних моделей може виконуватися поетапно з використанням стандартних інструментів.

Адаптація та гармонізація окреслених підходів в Україні може відбуватися, у тому числі, шляхом розробки керівних документів ДКЗ. Особливої уваги потребує концептуальний перегляд положень про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину.

Список використаних джерел:

1. Баряцька Н.В. Чи готові українські надрокористувачі розмовляти «однією мовою» з міжнародними інвесторами? Мінеральні ресурси України. 2021. №1. с. 4-7. <https://doi.org/10.31996/mru.2021.1.4-7>
2. Баряцкая Н.В., Сафронова Н.Г. Поэтапная заверка при трехмерном моделировании и оценке ресурсов рудных месторождений. GEOINFORMATIKA. 2019. № 1(69). с. 47-57.
3. Баряцька Н., Сергеева С. Використання контрольних проб для забезпечення і контролю якості (QA/QC). Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 2(101). 2023. с. 75-80.

4. Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр. Постанова Кабінету Міністрів України від 5.05.1997 р. № 432 // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/432-97-%D0%BF#Text>
5. Кодекс України Про надра від 27.07.1994 р. № 132/94. Відомості Верховної Ради України, № 36. ст. 340// <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text>
6. Литвинюк С. Нормативні передумови розвитку системи управління мінеральними ресурсами державного фонду надр України // Вісник КНУ. Геологія. 2024. № 105 (2). С. 94-98.
7. Литвинюк С., Баряцька Н. Методичні підходи до оцінки ресурсного потенціалу критичної мінеральної сировини України // Матеріали восьмої міжнародна науково-практична конференція "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування" Львів. 2023. С. 348-358.
8. Литвинюк С., Курило М. Уніфіковані критерії класифікаційних систем як інструмент управління мінеральними ресурсами // Мінеральні ресурси України. 2023. № 4. С. 21-26.
9. Методичні рекомендації щодо змісту, оформлення і порядку подання на розгляд Державної комісії по запасах корисних копалин матеріалів геолого-економічних оцінок родовищ металічних і неметалічних корисних копалин. Наказ Державної комісії України по запасах корисних копалин від 21.07.2015 № 293 // <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0293339-15#Text>
10. Податковий кодекс України // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>
11. Положення про порядок організації та виконання дослідно-промислової розробки родовищ корисних копалин загальнодержавного значення. Наказ Комітету України з питань геології та використання надр від 03.03.2003 № 34/м // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0377-03#Text>
12. Положення про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин. Постанова Кабінету Міністрів України від 22.12.1994 р. № 865 // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/865-94-%D0%BF#Text>
13. Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах. Наказ Державної комісії України по запасах корисних копалин від 07.12.2005 № 300 // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0065-06#Text>
14. Положення про стадії геологорозвідувальних робіт на підземні води (гідрогеологічні роботи). Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 16.07.2001 № 260 // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0648-01#Text>
15. Положення про стадії геологорозвідувальних робіт на тверді корисні копалини: затв. Наказ Комітету України з питань геології та використання надр від 15.02.2000 № 19 // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-00#Text>
16. Порядок обліку родовищ, запасів і проявів корисних копалин. Постанова Кабінету Міністрів України від 31.01.1995 № 75 // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/75-95-%D0%BF#Text>
17. Coombes J. The art and science of resource estimation. A Practical Guide for Geologists and Engineers. Perth: Coombes Capability. 2008. 232 p.
18. International Reporting Template for the Public Reporting of Exploration Targets, Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves. – Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards. International Council on Mining & Metals. 2024. 78 p. // https://crirSCO.com/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2024/06/CRIRSCO_International_Reporting_Template_June2024_Update_Approved_for_Release_20240627-dl8515.pdf
19. Rossi, M.E., Deutsch, C.V. Mineral resource estimation. Springer, Dordrecht. 2014. 346 p.