УДК 553.04:004.623

Практика верифікації геопросторових даних при геолого-економічній оцінці родовищ корисних копалин

Бала В.В., *к. геол. н., ORCID ID: 0000-0001-6180-5126, balavv79@gmail.com;*
Паюк С.О., *ORCID ID: 0000-0003-0592-4758, golova@dkz.gov.ua;*
Бала Г.Р., *annabala79@gmail.com;*
Державна комісія України по запасах корисних копалин, Київ, Україна

У статті досліджено практичний досвід ДКЗ щодо впровадження та проведення обов'язкової експертизи геопросторових даних у процесі геолого-економічної оцінки (ГЕО) родовищ корисних копалин. Розглянуто нормативно-правове підґрунтя цифровізації сфери надрокористування, зокрема зміни до Кодексу України про надра та Положення про порядок проведення державної експертизи, які законодавчо закріпили поняття геопросторових даних як невід'ємної складової ГЕО. Описано основні технічні вимоги до подання геопросторових даних надрокористувачами, зокрема використання файлів формату Shapefile (.shp) у системі координат WGS 84 та універсальній поперечній проєкції Меркатора (UTM) для зон 34N–37N. Наведено матрицю основних контурів для різних видів корисних копалин та способів їх розробки. Сформульовано та структуровано покроковий базовий алгоритм перевірки геопросторових даних у середовищі ГІС, який охоплює адміністративно-територіальний аналіз, контроль накладання на об'єкти Державного балансу запасів корисних копалин, перетини з чинними спеціальними дозволами на користування надрами, екологічний аудит (ПЗФ, Смарагдова мережа), а також земельну та водокористувальний верифікацію.

Ключові слова: геопросторові дані, геолого-економічна оцінка (ГЕО), ДКЗ, геореферування, Shapefile, контури підрахунку запасів, ГІС-технології.

Geospatial data verification procedures during geological and economic assessment of mineral deposits

Bala Volodymyr*, PhD (Geol.), ORCID ID: 0000-0001-6180-5126, balavv79@gmail.com;*
Paiuk Sergii, *ORCID ID: 0000-0003-0592-4758, golova@dkz.gov.ua;*
Bala Hanna, *annabala79@gmail.com;*
State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine

The State Commission of Ukraine on Mineral Resources' practical experience in the implementation and conduct of mandatory geospatial data expert appraisal during the geological and economic assessment (GEA) of mineral deposits has been examined. The regulatory framework for digitalizing the subsoil use sector has been analyzed, particularly, amendments to the Subsoil Code of Ukraine and the Regulation on the Procedure for Conducting State Expert Appraisal, which have enshrined in law the concept of geospatial data as GEA's inherent component. Primary technical requirements for geospatial data submitted by subsoil users have been described, including the use of Shapefile (.shp) in the WGS 84 coordinate system and the Universal Transverse Mercator (UTM) projection for zones 34N–37N. A matrix of the main contours for various minerals has been provided. A step-by-step basic algorithm for verifying geospatial data within a GIS environment has been developed and structured, including the administrative-territorial analysis, verification of overlaps with objects in the State Balance of Mineral Resources, intersections with valid special subsoil use permits, environmental audit (Emerald Network and Nature Reserve Fund), and land and water-use verification.

Keywords: geospatial data, geological and economic assessment (GEA), State Commission of Ukraine on Mineral Resources, georeferencing, Shapefile, reserve estimation contours, GIS technologies.

Основою правового регулювання у сфері надрокористування в Україні є Кодекс України про надра від 27.07.1994 № 132/94-ВР (далі – Кодекс). У 2022 році стартували масштабні реформи надрокористування започатковані Законом України № 2805-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення законодавства у сфері користування надрами» (далі Законом № 2805-IX), що набрали чинності у березні 2023 р. З урахуванням змін внесених Законом № 2805-IX Кодекс регулює всі аспекти користування надрами, у ньому закладено механізми, які визначають порядок надання прав на видобування та управління запасами корисних копалин.

Реформи, впроваджені Законом № 2805-IX, тісно пов'язані із Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», який встановив єдині правові та організаційні засади для створення геоінформаційних систем в Україні. Цей нормативний

акт зобов'язав усі державні органи інтегрувати свої профільні дані (зокрема про природні ресурси, надра та екологію) у загальнонаціональний геопортал.

Зміни «цифровізація Кодексу про надра», що розпочаті Законом № 2805-IX були продовжені Кабінетом Міністрів України (далі — КМУ) і безпосередньо торкнулася сфери відповідальності ДКЗ. Постановою КМУ від 04.07.2023 № 749 «Про внесення змін та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо користування надрами» було оновлено Положення про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин, затверджене постановою КМУ від 22.12.1994 № 865 (далі – Положення про експертизу).

Зміни до Положення про експертизу запровадили обов'язкову перевірку геопросторових даних розміщення запасів та ресурсів корисних копалин (далі – ГЕО) під час проведення державної експертизи матеріалів звітів із геологічного вивчення родовищ, підрахунку їх запасів та техніко-економічного обґрунтування промислового значення. Внаслідок цього поняття «геопросторових даних» стало невід’ємною частиною самого визначення геолого-економічної оцінки.

Головною проблематикою, яку вбачали на початковому етапі впровадження геопросторових даних під час проведення державної експертизи, були [6]:

– інтеграція чинного законодавства про геопросторові дані у процедуру державної експертизи;

– обґрунтування меж родовищ, що розробляються відкритим способом, а також родовищ підземних вод;

– визначення вичерпного переліку геопросторових даних для різних видів корисних копалин, які підлягають експертизі;

– вибір оптимального цифрового формату для збереження геопросторових даних;

– уніфікація відображення результатів експертизи ГЕО у рішеннях колегії ДКЗ, оформлених протоколами.

Після реалізації змін у законодавство, була впроваджена окрема спеціальна експертиза геопросторових даних розміщення запасів та ресурсів корисних копалин, що подаються у складі матеріалів звіту ГЕО. Також можлива окрема експертиза геопросторових даних розміщення запасів та ресурсів корисних копалин, сформованих на підставі матеріалів ГЕО, що пройшли державну експертизу у ДКЗ до 2023 р.

У серпні 2023 року до складу експертів ДКЗ залучено профільних фахівців із ГІС-технологій за напрямом експертизи геопросторових даних. У грудні 2025 року оновлено та актуалізовано Регламент проведення державної експертизи геологічних матеріалів з вивчення і використання надр та оцінки запасів корисних копалин.

Упродовж 3 років практика проведення експертизи геопросторових даних розміщення запасів та ресурсів корисних копалин, набула своїх особливостей.

На сучасному етапі надрокористувачі подають геопросторові дані про запаси та ресурси корисних копалин у складі звітів з ГЕО (або побудовані на базі матеріалів ГЕО, що пройшли державну експертизу у ДКЗ) у вигляді векторних файлів формату Shapefile (далі – «.shp»).

Електронні файли формату «.shp» містять набір топологічно коректних контурів підрахунку запасів корисних копалин, склад яких диференціюється залежно від виду корисної копалини та способу її розробки (табл. 1).

Таблиця 1

Матриця основних геопросторових контурів для різних видів родовищ корисних копалин

Перелік контурів	Визначення контурів для різних корисних копалин			
	Для корисних копалин, що розробляються відкритим способом	Для корисних копалин, що розробляються підземним способом	Для родовищ підземних вод	Для родовищ вуглеводнів
Загальний контур запасів	+	+	+	+
Контури запасів з різним промисловим значенням	+	+		+
Контури запасів різних технологічних типів корисних копалин	+	+		
Контури ресурсів	+	+	+	+
Контури кар'єрів (обґрунтованих проєктами розробки, ТЕО або ТЕП)	+			
Контур гірничого відводу	+/-	+		
Контур технічних меж шахти		+		
Контур водозабору			+	
Контури II поясу зони санітарної охорони			+	
Координати гирла свердловин			+	
Загальні контури покладів				+
Технологічний контур	+	+		

Окрім зазначених контурів, файли «.shp» містять контури меж спеціального дозволу на користування надрами та контури ділянок визначених під час державної реєстрації робіт і досліджень, пов'язаних із геологічним вивченням надр (далі – РДГВН) за формою 3-гр.

Наведений перелік контурів не є вичерпним і може розширюватися відповідно до специфіки конкретного родовища та завдань, що вирішуються в ГЕО.

Відповідно до вимог статті 16^2 Кодексу про надра, побудова цифрових контурів здійснюється з використанням світової геодезичної системи 1984 року (WGS 84). Для відображення на картографічному матеріалі використовується універсальна поперечна проєкції Меркатора (UTM) з урахуванням того, що територія України у системі UTM охоплює чотири зони (34N, 35N, 36N та 37N).

Основним завданням експертизи геопросторових даних в ДКЗ є комплексна верифікація просторової інформації. На основі трирічного досвіду фахівцями ДКЗ сформовано базовий алгоритм перевірки даних, який виконується за такими основними етапами:

1. Адміністративно-територіальний аналіз – перевірка географічного розташування та адміністративної приналежності наданих точкових і полігональних об'єктів.
2. Георефернування растрових матеріалів – перевірка правильності геометричного поєднання та ув'язки растрових графічних матеріалів (планів підрахунку запасів, тощо) із цифровими контурами в середовищі ГІС.
3. Контроль накладання на запаси корисних копалин, що обліковуються на Державному балансі запасів корисних копалин – перевірка на наявність просторових перетинів з існуючими родовищами аналогічних корисних копалин, що вже обліковуються.
4. Контроль правового статусу надрокористування – перевірка на перетини з межами чинних спеціальних дозволів на користування надрами.
5. Аналіз обліку робіт – перевірка на просторовий збіг із зареєстрованими об'єктами за формами 3-гр (державний облік робіт із геологічного вивчення надр).

6. Аналіз інженерно-інфраструктурних обмежень – перевірка на наявність перетинів з територіями, де видобуток корисних копалин обмежений або неможливий (охоронні зони ЛЕП, залізниць, автошляхів, магістральних газопроводів, житлової та промислової забудови, меліоративних каналів тощо).

7. Екологічний аудит національного рівня – перевірка на перетини з межами об’єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) України за офіційними геопросторовими даними Міндовкілля.

8. Екологічний аудит міжнародного рівня – перевірка на перетини з територіями Смарагдової мережі (Emerald Network) через офіційний європейський геопортал.

9. Земельно-кадастровий аналіз – перевірка накладання на земельні ділянки, зареєстровані у Державному земельному кадастрі (ДЗК).

10. Додатково для верифікації об'єктів водокористування – звірка координат водозабірних свердловин із даними Державного реєстру артезіанських свердловин.

Під час експертної перевірки та верифікації геопросторових даних за наведеним алгоритмом експерт ДКЗ може виявити низку критичних недоліків, топографо-геометричних помилок та нормативно-правових обмежень. Залежно від характеру та масштабу виявлених "помилок", вони диференціюються на дві основні категорії: ті, що можуть бути оперативно враховані й усунені на стадії експертизи ГЕО родовища корисних копалин, та ті, що потребують процесу внесення змін безпосередньо до чинного спеціального дозволу на користування надрами або інших правових документів (форма 3-гр та інших).

Таблиця 2

Результати аналізу геопросторових помилок та їхній вплив на експертизу

Етап перевірки	Типова геопросторова помилка / недолік	Наслідок виявлення для надрокористувача та експертизи
1	*2*	*3*
1. Адміністративно-територіальний	Розбіжність між географічним положенням «.shp» файлу та текстовим описом меж громади чи району у спецдозволі	Враховується під час експертизи ГЕО: Потребує оперативного коригування тексту звіту. Якщо ж об'єкт помилково «перетнув» межу іншої області, це вимагає ініціювання змін до спецдозволу.
2. Геореферування растрових матеріалів	Просторовий зсув, кутовий розворот або деформація растрового плану підрахунку запасів відносно векторних меж.	Враховується під час експертизи ГЕО: Матеріали повертаються розробнику на технічне доопрацювання (повторне вирівнювання ГІС-моделі, перерахунок запасів без зупинки експертизи).
3. Контроль накладання на об'єкти Держбалансу	Частковий просторовий перетин меж з родовищем, що стоїть на обліку або надано у користування іншому надрокористувачу	Враховується під час експертизи ГЕО: Матеріали підрахунку запасів коригуються безпосередньо під час експертизи – площі накладання виключаються з промислового контуру
4. Контроль правового статусу надрокористування	Вихід векторного полігона підрахунку запасів або кар'єру за географічні межі, визначені спеціальним дозволом	Вимагає внесення змін до спецдозволу. Надрокористувач змушений або «урізати» контур підрахунку під час ГЕО, або офіційно розширювати межі самого спецдозволу.
5. Аналіз обліку робіт (форми 3-гр)	Вихід векторного полігона підрахунку запасів або кар'єру за географічні межі зареєстрованих геологічних робіт.	Враховується під час експертизи ГЕО за рахунок «урізання» контуру підрахунку під час ГЕО або необхідність внесення змін до реєстраційних документів форми 3-гр у Держгеослужбі для легалізації проведених досліджень.

1	*2*	*3*
6. Аналіз інженерно-інфраструктурних обмежень	Заходження контурів кар'єру чи запасів в охоронні зони магістральних комунікацій (газопроводи, ЛЕП, залізниці).	Враховується під час експертизи ГЕО: Експерт зобов'язує перевести запаси в межах охоронних циліків до запасів іншого промислового значення, що може змінити рентабельність проєкту.
7. Екологічний аудит національного рівня	Накладання проектованих меж надрокористування на заповідні території природно-заповідного фонду (ПЗФ) України.	Враховується під час експертизи ГЕО: Експерт зобов'язує перевести запаси в межах охоронних циліків до запасів іншого промислового значення, що може змінити рентабельність проєкту. З подальшим внесенням змін до спецдозволу: Залежно від статусу ПЗФ, наслідком є або безальтернативне вилучення цих ділянок із меж спецдозволу, або повна відмова у затвердженні запасів через законодавчу заборону.
8. Екологічний аудит міжнародного рівня	Перетин меж графічних об'єктів із територіями особливого природоохоронного значення Смарагдової мережі (Emerald Network).	Враховується під час експертизи ГЕО: Зумовлює необхідність обов'язкового врахування додаткових екологічних ризиків, обмежень та витрат на природоохоронні заходи у ТЕО родовища.
9. Земельно-кадастровий аналіз	Накладання контуру кар'єру земельні ділянки ДЗК із цільовим призначенням що не передбачає видобуток корисних копалин	Враховується під час експертизи ГЕО: Наслідком є обов'язкове закладання додаткових капітальних витрат на майбутній викуп, зміну цільового призначення чи оренду цих земель в економічну частину проєкту.
10. Верифікація об'єктів водокористування	Лінійне відхилення (помилка) фактичних координат водозабірних свердловин від даних Державного реєстру артезіанських свердловин.	Враховується під час експертизи ГЕО: Повернення матеріалів розробнику для проведення повторної геодезичної зйомки устя свердловин та внесення виправлень до паспортних даних і матеріалів ГЕО.

За результатами проведеного аналізу за базовим алгоритмом, експерт із геопросторових даних складає, засвідчує відповідний висновок та подає його до ДКЗ. За результатами експертизи, у разі потреби, надрокористувач вносить зміни до геопросторових даних для усунення невідповідностей або здійснення інших доопрацювань.

У своїх експертних висновках за результатами опрацювання геопросторових даних експерти наводять параметри погоджених контурів зазвичай у табличній формі (табл. 3).

Таблиця 3

Форма таблиці з ідентифікаційними параметрами погоджених контурів

Назва контуру	Центр полігона, десяткові градуси (DD)		Кількість точок	Екстент полігона, десяткові градуси (DD)				Площа, га
	Схід. довгота	Півн. широта		Захід	Південь	Схід	Північ	
Загальний контур підрахунку запасів	26,36xxxxxx	51,51xxxxxx	77	26,35xxxxxx	51,40xxxxx	26,36xxxxx	51,51xxxxxx	8,66
Контури підрахунку запасів з різними промисловими значеннями (балансові, позабалансові, тощо)	26,36xxxxxx	51,61xxxxxx	67	26,35xxxxxx	51,40xxxxx	26,36xxxxx	51,51xxxxxx	8,46
Технологічний контур	26,36xxxxxx	51,51xxxxxx	5	26,35xxxxxx	51,40xxxxx	26,36xxxxx	51,51xxxxxx	9,47
Інші контури	26,36xxxxxx	51,50xxxxxx	78	26,35xxxxxx	51,40xxxxx	26,36xxxxx	51,51xxxxxx	0,2

Ідентифікаторами слугують назви відповідних контурів та унікальний набір їхніх геометричних і географічних параметрів (координати центра полігона, кількість поворотних точок, просторовий екстент та площа об'єкта), за якими сформовані контури у форматі «.shp»

повністю ототожнюються з даними, що подавалися на перевірку. При необхідності до назв контурів можуть додаватися специфічні географічні або геологічні атрибути (наприклад, глибину залягання**,** номери пластів, тощо).

Для візуалізації набору контурів, що подаються з матеріалами ГЕО, експертами ДКЗ у своїх висновках формують ситуаційний план або план схема на яких відображають всі контури об’єкту досліджень, а також їх просторове співвідношення із суміжними ділянками надр, межами раніше затверджених запасів та контурами інших родовищ корисних копалин.

Ситуаційний план (або план-схема) з розташуванням контурів об’єктів може бути відображений на різних картографічних основах (OpenStreetMap, ArcGIS, Esri Topographic/Imagery, або Google Maps, супутникові та векторні карти) для кращої інформативності (рис. 1).

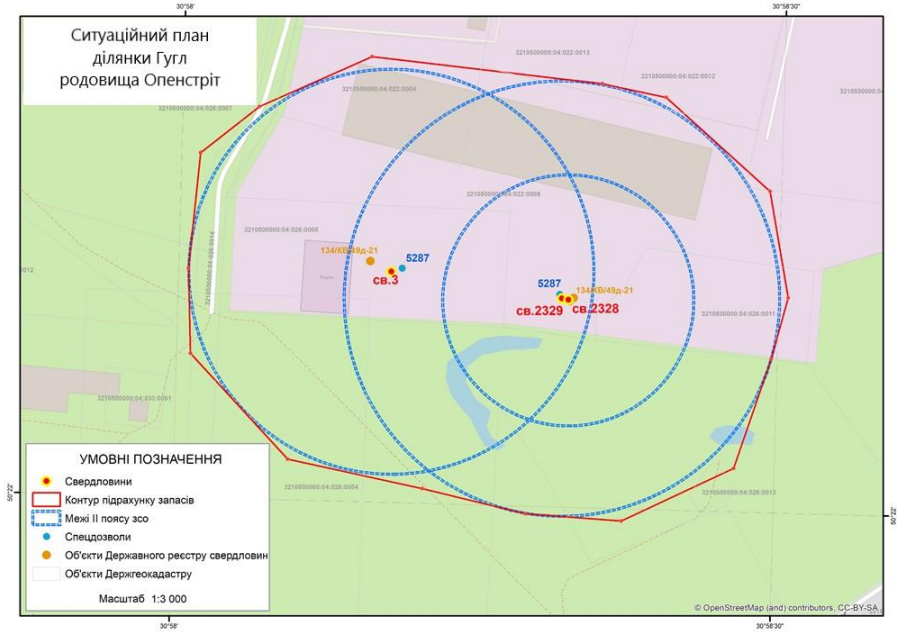


Рис. 1 Розташування просторових об’єктів на базовій карті OpenStreet програми ArcGIS

На підставі експертних висновків верифіковані контури запасів корисних копалин із засвідченими експертом ідентифікаторами зазначаються в рішеннях ДКЗ, які оформлюються протоколами. Для забезпечення єдиного циклу геоінформаційного обліку надр геопросторові дані в обов’язковому порядку передаються до ДНВП «Геоінформ України», як у складі звіту, так і окремо.

Погоджені протоколом контури отримують «цифровий ідентифікатор» у державній базі даних, а геологічний звіт (з результатами ГЕО) та файли геопросторових даних зв’язуються в єдиний інформаційний комплекс.

Впровадження геопросторових даних під час проведення державної експертизи унеможливлює зловживання з контурами ділянок надр у межах спеціального дозволу, які відтепер повністю відповідають геологічній моделі, затвердженій у ДКЗ. Дані про запаси та їхня цифрова геопросторова модель назавжди формують єдиний нерозривний «архів», що зберігається у ДНВП «Геоінформ України». Погоджені ДКЗ файли є офіційною основою для оновлення «цифрової карти надр» і коректного відображення в державних геоінформаційних системах (Державного геологічного порталу).

Геопросторові дані родовищ в Україні впроваджуються та використовуються в межах розбудови Національної інфраструктури геопросторових даних і цифровізації сфери надрокористування, що сприяє інтегрування до європейської інфраструктури.

Головні переваги впровадження геопросторових даних:

- Планування та розширення бізнесу: Надрокористувачі отримують можливість бачити вільні ділянки навколо свого родовища, діючі ліцензії інших компаній, що дозволяє ефективно планувати подальший розвиток.
- Точність гірничих робіт: Завдяки точній цифровій прив'язці родовища маркшейдери та інженери компанії можуть безпомилково планувати гірничі роботи.

• Екологічний контроль та мінімізація ризиків: Накладання цифрових меж родовища на території та об’єкти природно-заповідного фонду України (ПЗФ) дозволяє виявляти потенційні ризики ще на етапі проєктування. Це захищає бізнес від випадкового заходження на заповідні території, значних екологічних штрафів та зупинки виробничого процесу.

• Правовий захист надрокористувача: Присвоєння унікального «цифрового ідентифікатора» в протоколах ДКЗ чітко фіксує координати родовища. Це унеможливлює перетин або накладання меж інших ліцензійних ділянок і захищає від майнових та судових спорів із суміжними надрокористувачами.

Список використаних джерел:

1. Закон України № 2805-IX "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення законодавства у сфері користування надрами". Офіційний вісник України від 10.01.2023-2023 рр., № 2, стор. 99, стаття 85, код акта 115714/2022.
2. Кодекс України про надра. Відомості Верховної Ради України від 06.09.1994 – 1994 р., № 36, стаття 340.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 22.12.1994 № 865 Про затвердження Положення про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин.. Електронний ресурс: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/865-94-%D0%BF#Text.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 04.07.2023 № 749 Про внесення змін та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо користування надрами. Електронний ресурс: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/749-2023-%D0%BF#Text.
5. Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» від 13.04.2020 № 554-IX. (2020). Відомості Верховної Ради України, № 32, ст. 237. Електронний ресурс: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text
6. Нецький О.В., Паюк С.О. «Зміни законодавства як чинники подальшого розвитку і трансформації державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин». Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування». Електронний ресурс: https://conf.dkz.gov.ua/files/2023_materials_net.pdf

References

Code of Ukraine on Subsoil. (1994). *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*, (36), Article 340 [in Ukrainian].

Law of Ukraine No. 554-IX: On the National Geospatial Data Infrastructure. (2020, April 13). *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*, (32), 237 [in Ukrainian]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text

Law of Ukraine No. 2805-IX: On amendments to certain legislative acts of Ukraine on improving legislation in the sphere of subsoil use. (2023). *Official Gazette of Ukraine*, (2) [in Ukrainian]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2805-20#Text

Netskyi, O. V., & Paiuk, S. O. (2023). Amendments in legislation as factors of further development and transformation of state expert appraisal and assessment of mineral reserves. *Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference Subsoil Use in Ukraine. Investment Prospects* [in Ukrainian]. https://conf.dkz.gov.ua/files/2023_materials_net.pdf

Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 749: On amendments and repeal of certain resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine on subsoil use. (2023, July 4) [in Ukrainian]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/749-2023-%D0%BF#Text

Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 865: On approval of the Regulation on the Procedure for State Expert Appraisal and Assessment of Mineral Reserves. (1994, December 22) [in Ukrainian]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/865-94-%D0%BF#Text