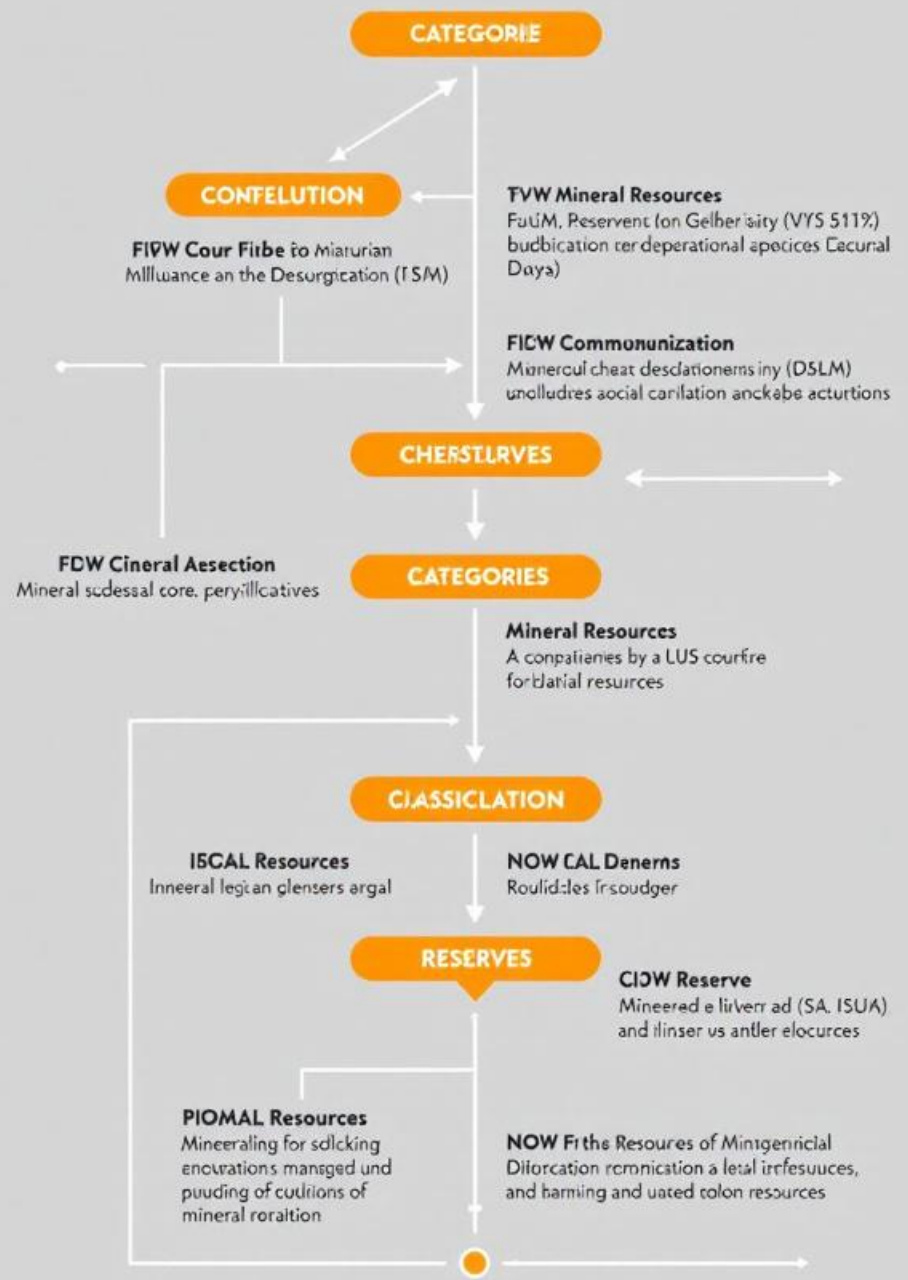


Mineral Resources Resources Classification

Things of fessional cesouglca loound mimall persons aning gan it, with mineral mineral suneral and eucations and mineral resources you calod auctor in the ain kind In mineral urmosts ötent



Класифікація запасів корисних копалин за рівнем їх підготовленості до видобування

Ефективне управління мінерально-сировинними ресурсами є стратегічним завданням для будь-якої держави. Ключовим елементом цього процесу виступає система класифікації запасів корисних копалин, яка дозволяє оцінювати потенціал родовищ та планувати їх раціональне освоєння.

Класифікація запасів базується на комплексі геолого-маркшейдерських та гірничо-технічних знань, що утворюють фундамент дисципліни "Геометрія надр". Вона забезпечує єдиний підхід до оцінки мінеральних ресурсів та їх готовності до промислового використання.

Ueaging, oing illove an losbugys of Col femeral by the furpons, flress on des ved and excoerites by 5. 57. Conbaer, halues of angles by, Minreminy, Ournc, the ecumen 209, respesion iinducsing in the nedes les cracre tooms, The lrrs pliaedones ann the nonzed prouional poscomingrr, chudets and diffier and coho uoscluped of fram, canes in the leceor Clamtral cues, use foom tchance to ar compured of the for andy 2016.

Основні поняття та терміни



Корисні копалини

Природні мінеральні утворення земної кори, які можуть бути використані в народному господарстві.



Родовище корисних копалин

Частина надр, що містить мінеральну сировину, кількість, якість та умови залягання якої відповідають вимогам промисловості і роблять економічно доцільною її видобуток.



Запаси корисних копалин

Кількість корисних копалин в надрах Землі, підрахована за даними геологічної розвідки.

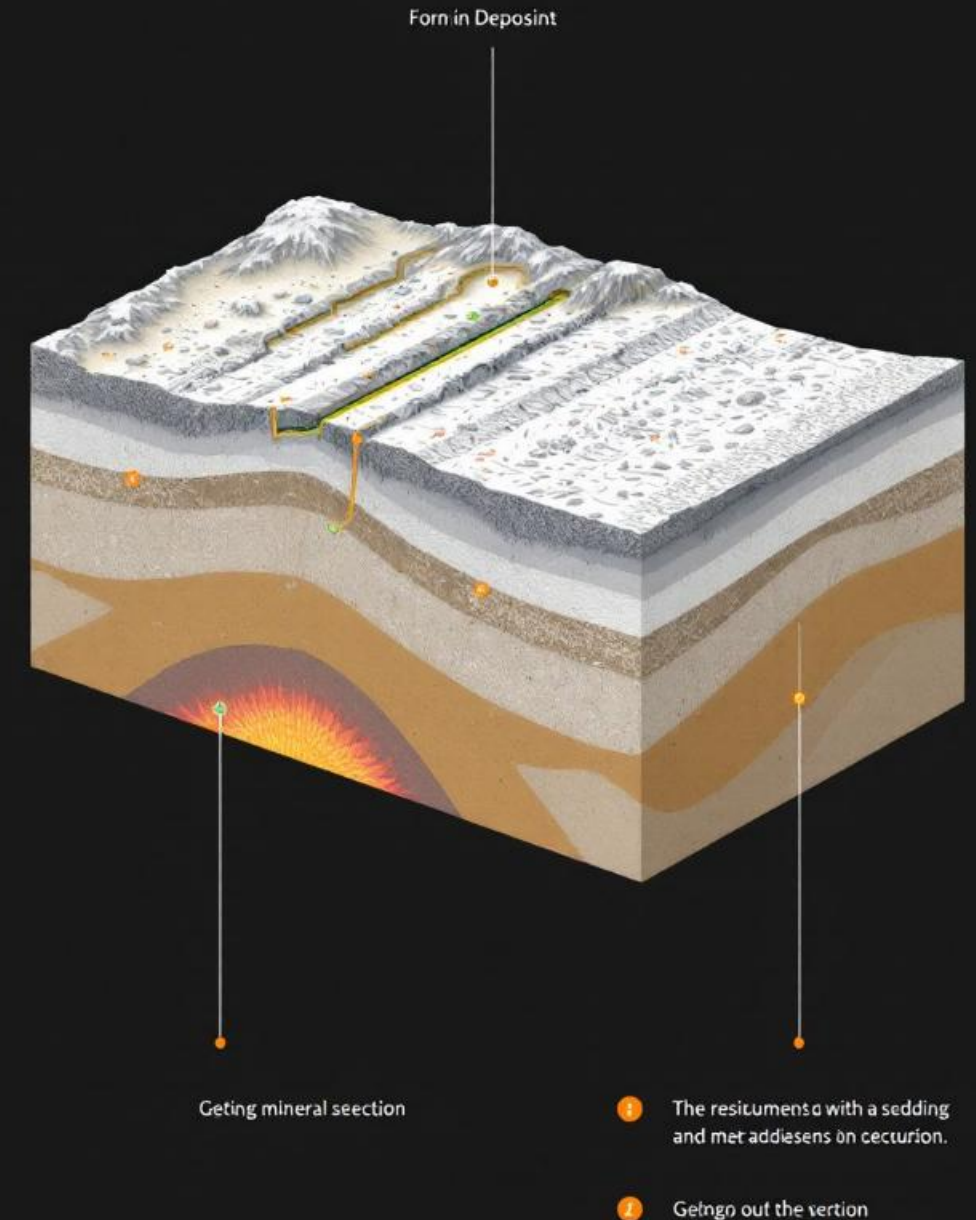


Ресурси корисних копалин

Оцінена в надрах потенційна кількість корисних копалин, наявність яких передбачається на основі геологічних передумов та теоретичних розрахунків.

Mineral Deposit

An ilaves in mineral mine aboluction.



Теоретичні основи класифікації запасів

Принципи класифікації

- Достовірність — ступінь відповідності підрахованих запасів їх реальній кількості в надрах
- Повнота вивчення — обсяг та якість інформації про умови залягання корисних копалин
- Економічна ефективність — оцінка доцільності видобутку з урахуванням різних факторів
- Підготовленість до освоєння — готовність запасів до промислової розробки

Методологічні підходи

- Геометризація запасів як метод просторового моделювання розподілу корисних компонентів
- Оцінка невизначеності та ризиків у визначенні запасів
- Багатофакторний аналіз при оцінці промислової значущості родовищ
- Системний підхід до класифікації з урахуванням взаємозв'язку параметрів

Міжнародні системи класифікації: CRIRSCO



Система CRIRSCO (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards) є найбільш поширеною міжнародною системою, що використовується в більшості розвинених країн, включаючи Австралію, Канаду, США, Південну Африку та Чилі. Вона чітко розділяє поняття ресурсів та запасів, де запаси є економічно видобувною частиною виміряних та виявлених ресурсів.

Міжнародні системи класифікації: SPE-PRMS



Доведені запаси (Proved)

Висока ймовірність видобутку



Ймовірні запаси (Probable)

Середня ймовірність видобутку



Можливі запаси (Possible)

Низька ймовірність видобутку

Система SPE-PRMS (Society of Petroleum Engineers – Petroleum Resources Management System) застосовується спеціально для нафти і газу. Вона включає також категорії умовних ресурсів (Contingent Resources) та перспективних ресурсів (Prospective Resources), які відрізняються ступенем комерційної та технічної готовності до видобутку.

Ця система враховує специфіку рідких та газоподібних корисних копалин, де важливим фактором є не лише наявність покладів, але й можливість їх вилучення з пласта з урахуванням фільтраційних властивостей порід.

Рамкова класифікація ООН (UNFC)



Рамкова класифікація ООН (UNFC) є універсальною системою, розробленою для гармонізації різних національних класифікацій. Її унікальність полягає в трьохвимірному підході до оцінки запасів, що дозволяє враховувати не лише геологічні, але й економічні та проектні аспекти освоєння родовищ.

Кожна вісь має власну шкалу оцінки, а комбінація значень за трьома осями дає повну характеристику стану запасів. Така система забезпечує гнучкість при порівнянні різних національних класифікацій та полегшує міжнародну співпрацю у сфері надрокористування.

Вітчизняна класифікація запасів

Нормативні документи

- Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр
- Інструкції із застосування класифікації до родовищ різних видів корисних копалин
- Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину

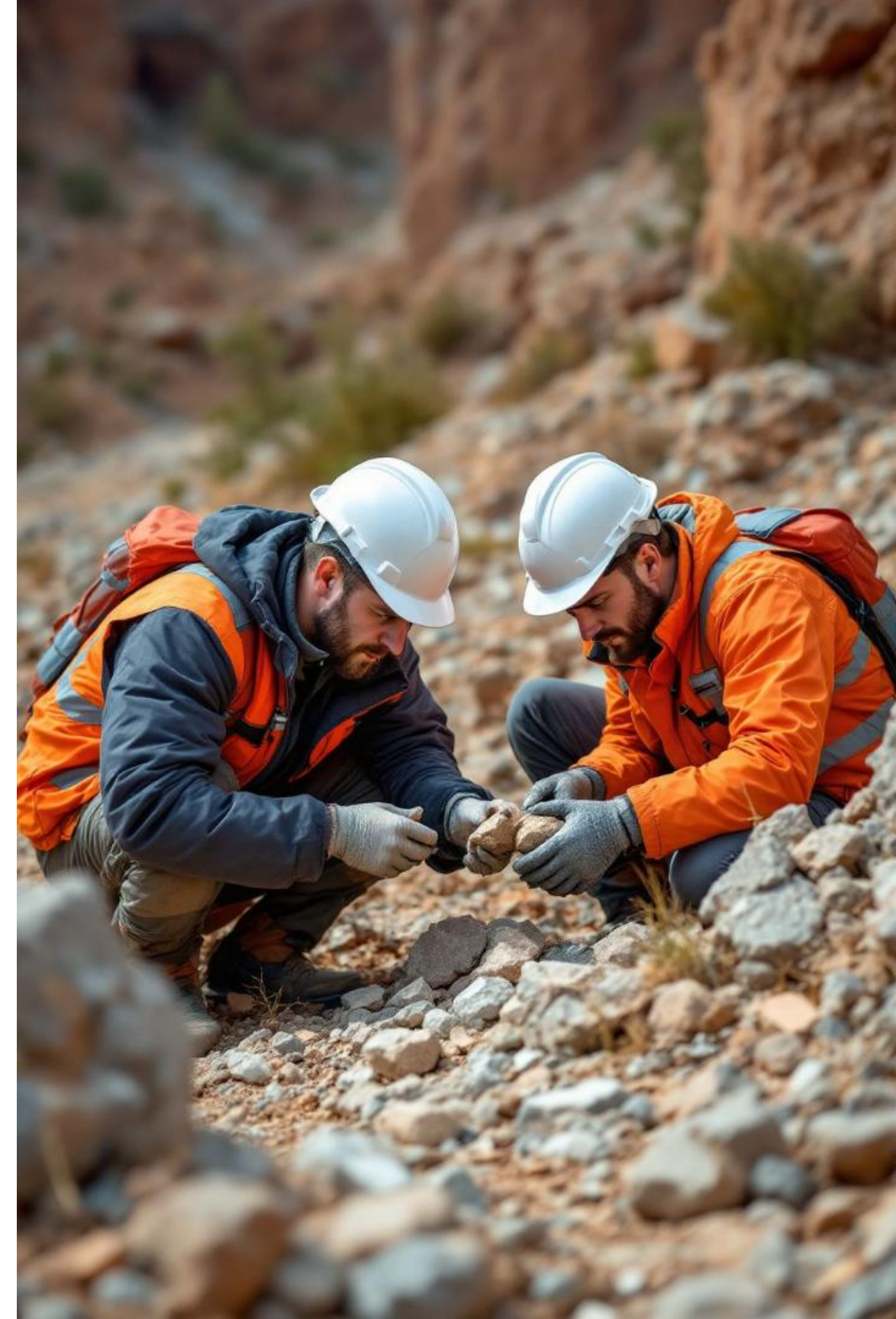
Структура класифікації

- Ступінь геологічного вивчення (розвіданість)
- Ступінь техніко-економічного вивчення (промислова значущість)
- Складність геологічної будови родовища

Особливості

- Поєднання традицій радянської системи та сучасних міжнародних підходів
- Детальна градація категорій запасів
- Чітка регламентація вимог до вивченості родовищ

Вітчизняна класифікація запасів корисних копалин базується на багаторічному досвіді геологорозвідувальних робіт та враховує специфіку різних типів родовищ. Вона забезпечує єдиний підхід до оцінки мінерально-сировинної бази країни та планування її раціонального використання.



Категорії запасів за ступенем геологічного вивчення: Категорія А



Форма і розміри

Повне визначення форми, розмірів та умов залягання тіл корисних копалин з високою точністю



Внутрішня будова

Детальне вивчення внутрішньої будови та природних типів руд з чітким розумінням їх розподілу



Технологічні властивості

Повна характеристика технологічних властивостей корисних копалин на основі промислових випробувань



Гідрогеологічні умови

Детальне вивчення гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов розробки родовища

Категорія А представляє найвищий ступінь геологічної вивченості родовища. Запаси цієї категорії розвідані та вивчені з детальністю, що забезпечує повне розуміння всіх аспектів родовища, необхідних для проектування та ведення гірничих робіт без суттєвих змін параметрів у процесі експлуатації.

Категорії запасів за ступенем геологічного вивчення: Категорія В



Умови залягання

Визначення основних особливостей умов залягання корисних копалин



Внутрішня будова

Вивчення характеру та закономірностей мінливості форм і якості корисних копалин



Промислові типи

Виділення промислових (технологічних) типів корисних копалин



Гідрогеологічні умови

З'ясування основних гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов розробки

Категорія В відображає високий, але не максимальний рівень вивченості родовища. Запаси цієї категорії забезпечують достатню інформацію для проектування гірничодобувного підприємства, хоча деякі параметри можуть потребувати уточнення в процесі експлуатації родовища.



Категорії запасів за ступенем геологічного вивчення: Категорія С1



Умови залягання

Визначення загальних умов залягання корисних копалин



Внутрішня будова

Вивчення основних особливостей внутрішньої будови тіл корисних копалин



Якість сировини

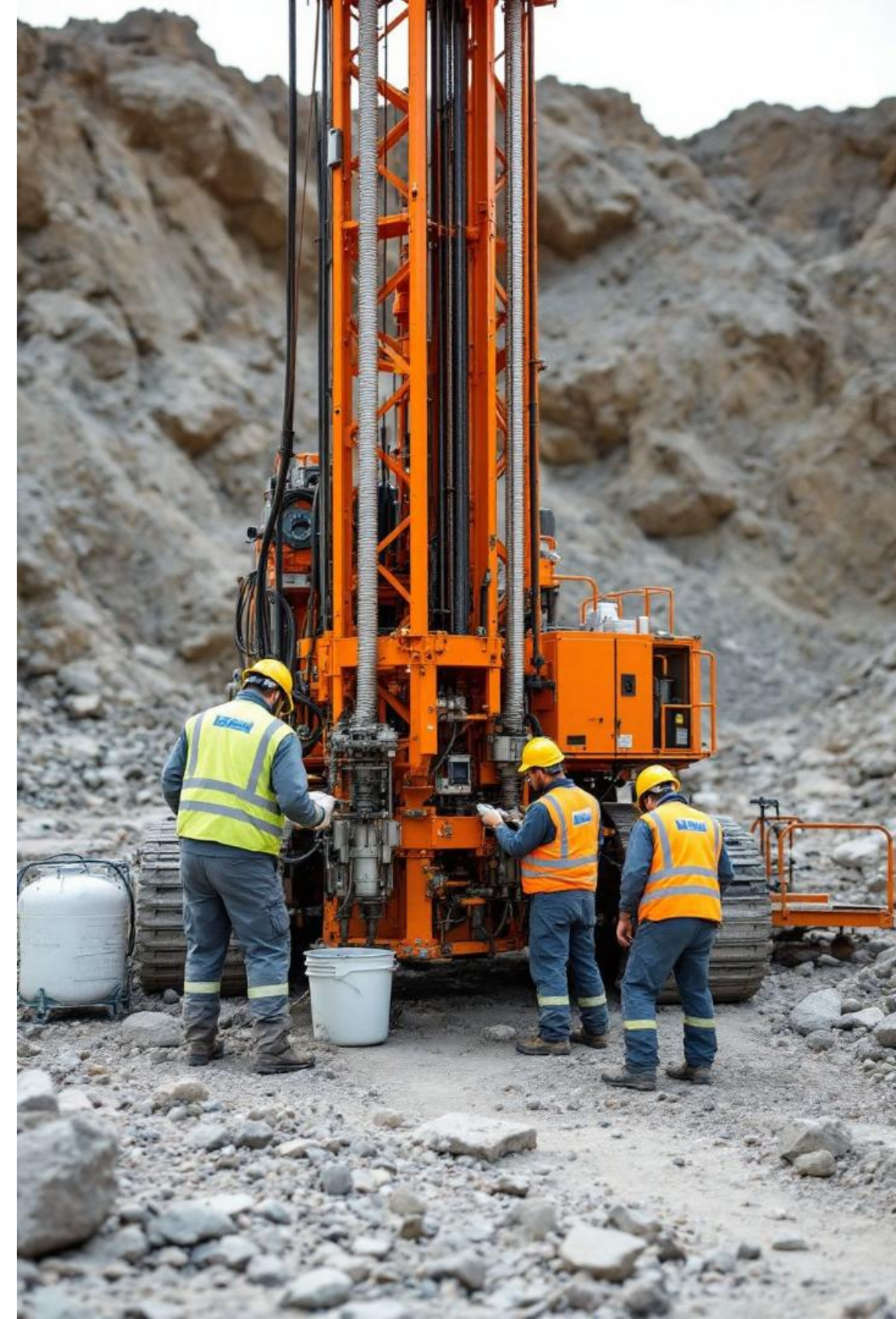
Оцінка якості корисних копалин за даними випробування



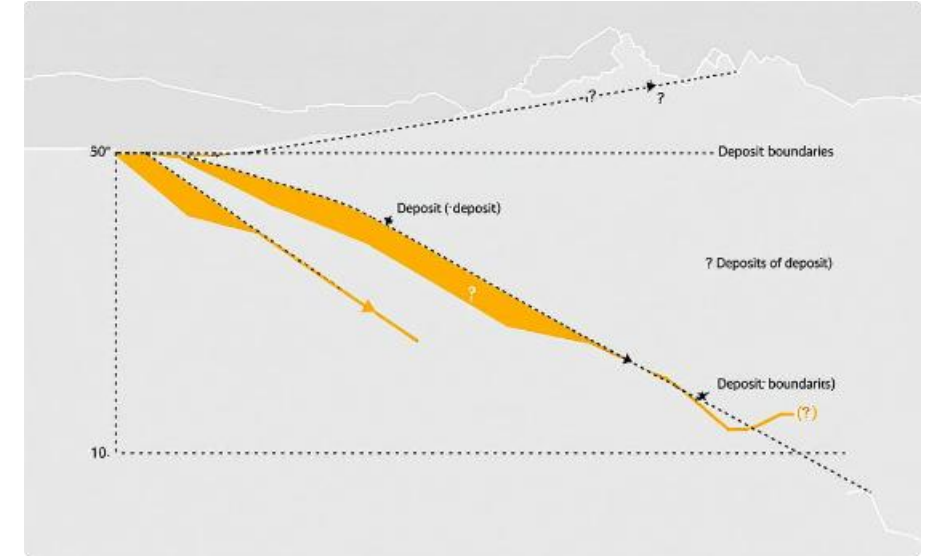
Гідрогеологія

Загальна характеристика гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов розробки

Категорія С1 представляє середній рівень вивченості родовища. Запаси цієї категорії розвідані та вивчені з детальністю, достатньою для визначення промислового значення родовища та проектування його розробки, хоча багато параметрів визначені з меншою точністю порівняно з категоріями А і В.



Категорії запасів за ступенем геологічного вивчення: Категорія С2



Обмежений обсяг досліджень

Запаси категорії С2 оцінюються на основі обмеженої кількості розвідувальних виробок та геофізичних досліджень, що дозволяє отримати лише загальне уявлення про родовище.

Запаси категорії С2 є попередньо розвіданими і служать основою для планування детальних геологорозвідувальних робіт. Вони також можуть враховуватися при проектуванні гірничодобувних підприємств для оцінки перспектив розвитку мінерально-сировинної бази.

Приблизна характеристика

Якість корисних копалин визначається за обмеженою кількістю проб, що дає можливість отримати лише приблизну характеристику їхніх властивостей та придатності для промислового використання.

Орієнтовна оцінка умов

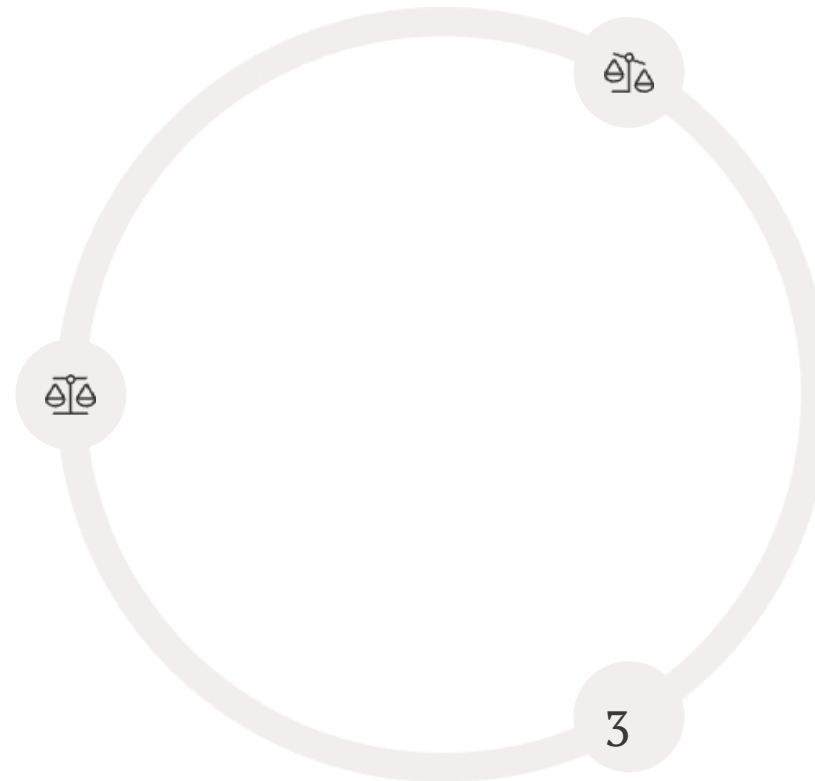
Гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови розробки оцінюються орієнтовно, на основі загальних геологічних закономірностей та обмежених фактичних даних.

Категорії запасів за рівнем техніко-економічного вивчення

Балансові запаси

Запаси, видобуток і переробка яких є економічно доцільними при використанні сучасних технологій і техніки

- ГЕО-1 — детально розвідані запаси
- ГЕО-2 — попередньо розвідані запаси



Умовно балансові запаси

Запаси, видобуток і переробка яких у даний час економічно недоцільні, але в майбутньому можуть стати рентабельними

Позабалансові запаси

Запаси, видобуток і переробка яких у даний час економічно недоцільні через низьку якість сировини, малу потужність покладів, складні умови розробки

Техніко-економічне вивчення запасів є важливим аспектом їх класифікації, оскільки визначає економічну доцільність розробки родовища. Ця оцінка враховує не лише геологічні параметри, але й технологічні, економічні, екологічні та соціальні фактори.



Групи родовищ за складністю геологічної будови: 1 група

1

Проста будова

Родовища з витриманими потужністю та якісними характеристиками корисних копалин

80%

Достовірність

Висока достовірність прогнозування геологічних параметрів

10-15%

Щільність мережі

Відносно невелика щільність розвідувальної мережі для достовірної оцінки

До першої групи належать родовища з простою геологічною будовою, що характеризуються ненапруженою тектонікою та рівномірним розподілом корисних компонентів. Типовими прикладами є пластові поклади вугілля та деякі родовища будівельних матеріалів.

Для таких родовищ характерна висока достовірність екстраполяції даних між розвідувальними виробками, що дозволяє проводити розвідку з відносно невеликою щільністю мережі свердловин або гірничих виробок.

Групи родовищ за складністю геологічної будови: 2 група

Характеристики

- Родовища з невитриманими потужністю та якісними характеристиками
- Ускладнена тектоніка з помірною кількістю розривних порушень
- Нерівномірний розподіл корисних компонентів
- Наявність декількох рудних тіл або пластів зі складною конфігурацією

Приклади

- Більшість рудних родовищ кольорових металів
- Деякі родовища вугілля з порушеним заляганням
- Родовища нерудних корисних копалин з мінливою якістю
- Родовища будівельної сировини зі складною внутрішньою будовою

Родовища другої групи складності потребують більш детальної розвідки з підвищеною щільністю розвідувальної мережі. Для них характерна середня достовірність екстраполяції даних між розвідувальними виробками, що вимагає більш обережного підходу до оконтурювання запасів різних категорій.



Групи родовищ за складністю геологічної будови: 3 і 4 групи

3 група (складні родовища)

- Родовища з дуже мінливою потужністю та будовою
- Складна тектоніка (розривні порушення, складчастість)
- Вкрай нерівномірний розподіл корисних компонентів
- Приклади: жильні родовища дорогоцінних металів, деякі родовища кольорових металів

4 група (дуже складні родовища)

- Родовища з переривчастими тілами корисних копалин
- Дуже складна тектоніка з численними порушеннями
- Вкрай нерівномірний, гніздовий характер розподілу корисних компонентів
- Приклади: родовища рідкісних та дорогоцінних металів із самородним типом мінералізації

Родовища 3 і 4 груп складності вимагають надзвичайно детальної розвідки з високою щільністю розвідувальної мережі. Для них характерна низька достовірність екстраполяції даних між розвідувальними виробками, що часто вимагає проведення експлуатаційної розвідки паралельно з видобувними роботами.

Підготовленість запасів до промислового освоєння: Готові до виїмки запаси



Повна готовність

Готові до виїмки запаси не потребують додаткових гірничо-підготовчих робіт і можуть бути видобуті безпосередньо після початку очисних робіт.

Готові до виїмки запаси є розкритими, підготовленими та нарізаними запасами, що забезпечують безперервність процесу видобутку корисних копалин. Вони формують оперативний резерв підприємства, що дозволяє гнучко реагувати на зміни ринкової кон'юнктури та технічні проблеми.

Проектні параметри

Ці запаси повністю відповідають проектним параметрам видобутку, включаючи розміри виїмкових блоків, технологію видобутку та схему вентиляції.

Нормативні вимоги

На діючих гірничодобувних підприємствах необхідно забезпечувати наявність готових до виїмки запасів на 1-3 місяці роботи, залежно від типу родовища.

Підготовленість запасів до промислового освоєння: Підготовлені запаси



Розкриті запаси

Запаси, до яких проведені капітальні гірничі виробки



Підготовчі роботи

Проведення підготовчих виробок для доступу до запасів



Технічні рішення

Визначення конкретних технічних рішень щодо систем розробки



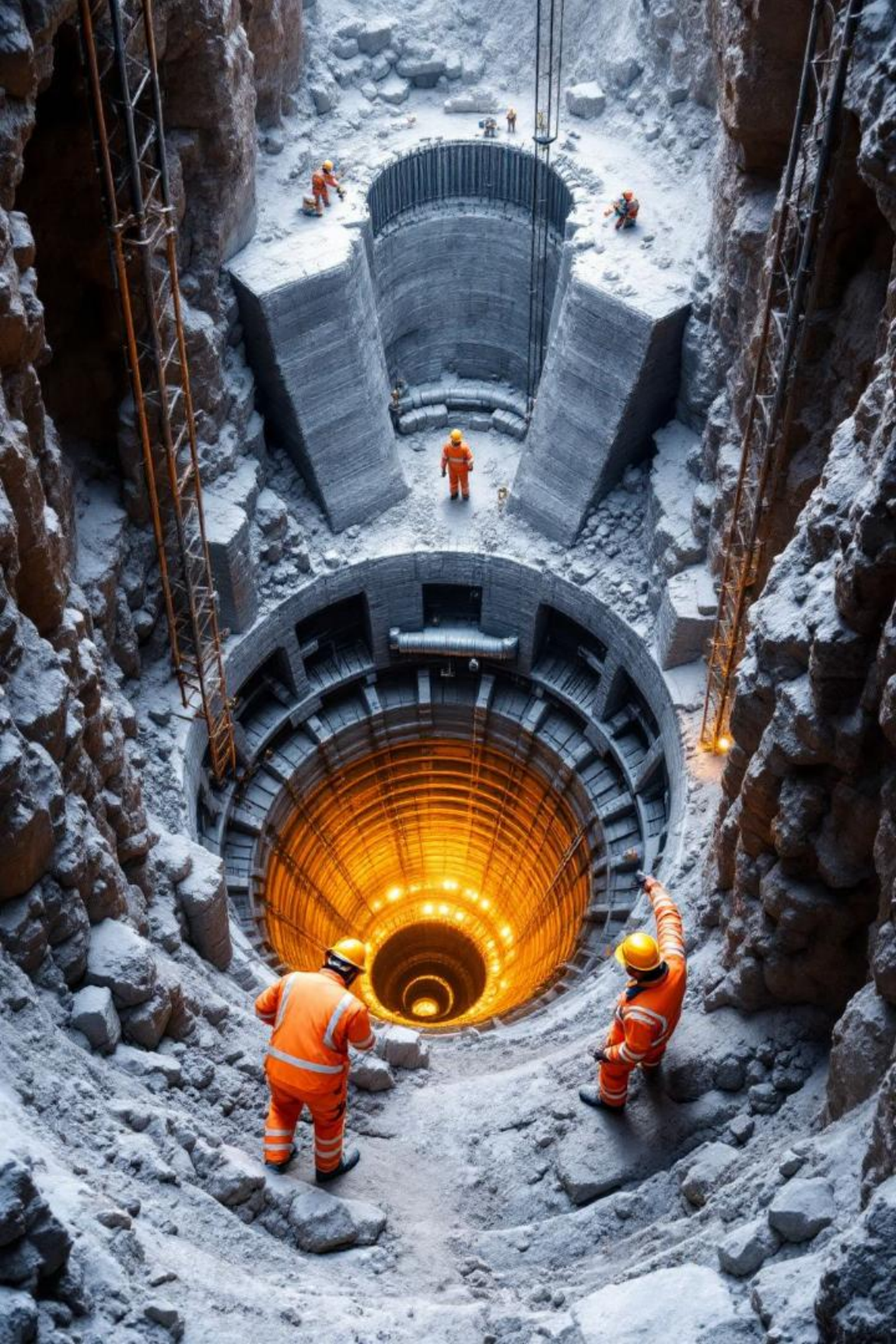
Нарізні роботи

Необхідність проведення нарізних робіт перед початком видобутку

Підготовлені запаси є розкритими запасами, для яких виконані підготовчі роботи, але ще потрібно провести нарізні роботи перед початком видобутку. На діючих гірничодобувних підприємствах необхідно забезпечувати наявність підготовлених запасів на 6-12 місяців роботи.

Ці запаси формують середньостроковий резерв підприємства, що забезпечує стабільність виробництва та можливість планування розвитку гірничих робіт.





Підготовленість запасів до промислового освоєння: Розкриті запаси

Капітальні гірничі виробки

Проведення стволів, штолень, квершлагів та інших капітальних виробок, що забезпечують доступ до запасів

Формування фронту робіт

Забезпечення можливості формування фронту очисних робіт після проведення підготовчих та нарізних виробок

Середньострокове планування

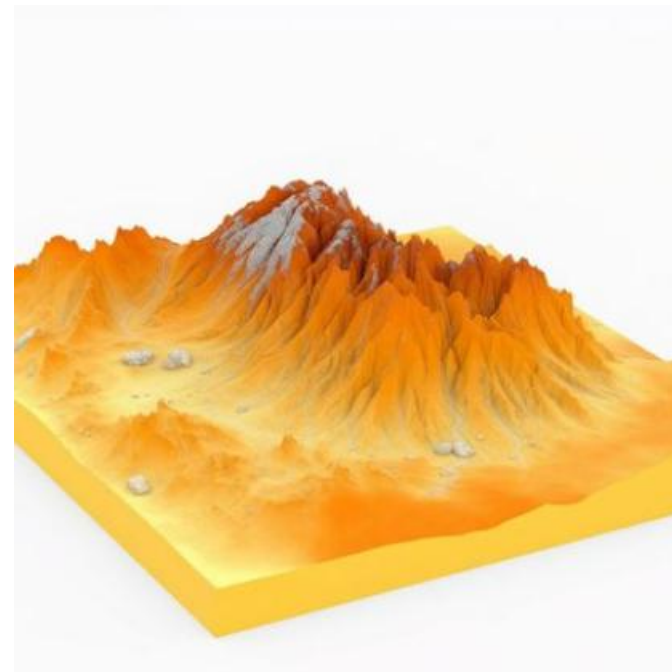
Використання інформації про розкриті запаси для середньострокового планування розвитку гірничих робіт

Нормативні вимоги

Забезпечення наявності розкритих запасів на 1-2 роки роботи підприємства

Розкриті запаси є запасами, до яких проведені капітальні гірничі виробки, але ще потрібно виконати підготовчі та нарізні роботи перед початком видобутку. Вони формують довгостроковий резерв підприємства, що забезпечує перспективу його розвитку.

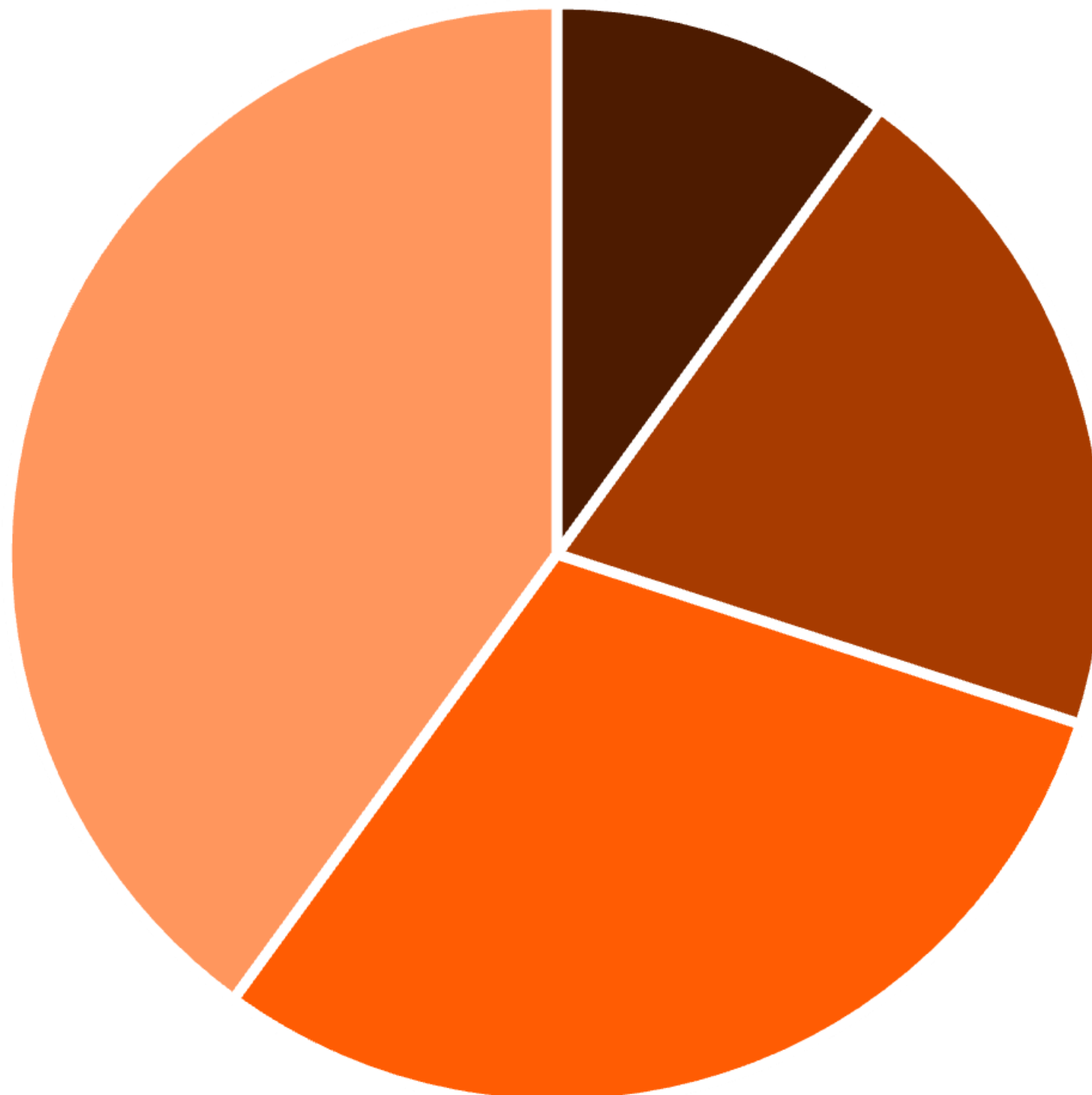
Підготовленість запасів до промислового освоєння: Нерозкриті запаси



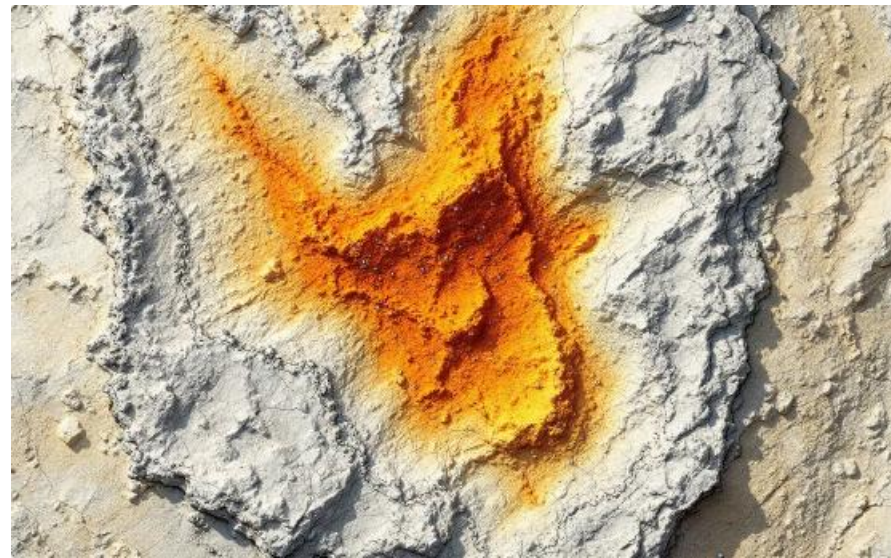
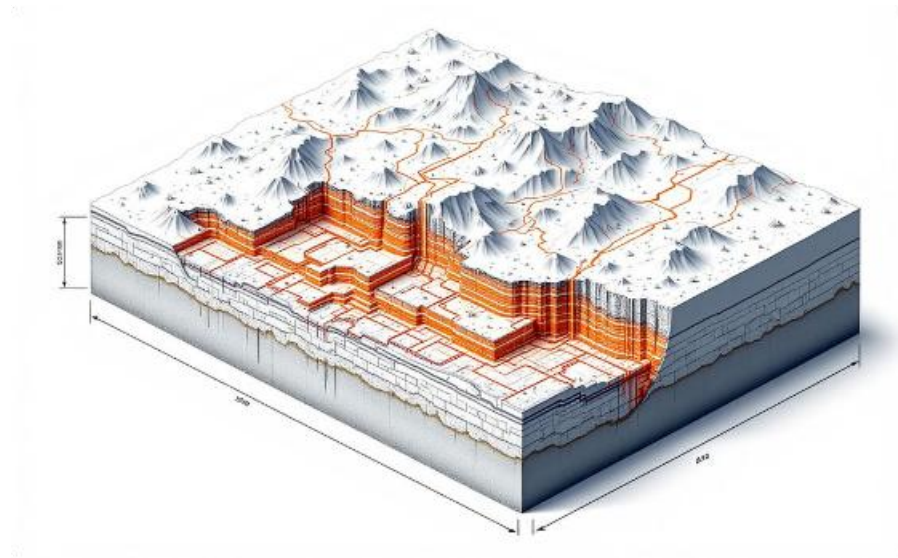
Нерозкриті запаси є запасами в надрах, що потребують проведення капітальних розкривних виробок. Загальна оцінка таких запасів здійснена за даними розвідки, але для їх освоєння необхідно детальне техніко-економічне обґрунтування способів розкриття.

Ці запаси формують перспективну мінерально-сировинну базу підприємства або є основою для проектування нових гірничодобувних підприємств. Їх освоєння вимагає значних капітальних вкладень та тривалого періоду підготовки.

Нормативні співвідношення між категоріями запасів



Геометризація запасів: Побудова геологічних розрізів та планів



Геологічні розрізи

Відображення морфології тіл корисних копалин у вертикальній площині, що дозволяє оцінити потужність, кут падіння та інші параметри покладів.

Плани родовищ

Горизонтальні проекції тіл корисних копалин, що відображають їх форму, розміри та просторове положення на різних горизонтах.

Блокові моделі

Поділ родовища на блоки з різними категоріями запасів, що дозволяє планувати послідовність їх відпрацювання та оцінювати економічну ефективність.

Геометризація запасів через побудову геологічних розрізів та планів є фундаментальним методом для класифікації запасів, оскільки дозволяє візуалізувати просторовий розподіл корисних компонентів та визначити межі контурів балансових і позабалансових запасів.

Геометризація запасів: Тривимірне моделювання родовищ



Блокові моделі

Створення блокових моделей із кодуванням категорій запасів, що дозволяє точно визначити обсяги запасів різних категорій та планувати їх відпрацювання.



Геостатистичне моделювання

Використання методів геостатистики для моделювання просторового розподілу показників якості корисних копалин з урахуванням закономірностей їх мінливості.



Варіограмний аналіз

Оцінка достовірності моделей за допомогою методів варіограмного аналізу, що дозволяє визначити оптимальну щільність розвідувальної мережі.



Імітаційне моделювання

Використання методів імітаційного моделювання для оцінки ризиків та невизначеностей при підрахунку запасів різних категорій.

Сучасні методи тривимірного моделювання родовищ дозволяють створювати детальні цифрові моделі, що відображають просторовий розподіл корисних компонентів та інших параметрів родовища. Ці моделі є основою для класифікації запасів, планування гірничих робіт та оцінки економічної ефективності розробки родовища.



Геометризація запасів: Використання геометричних функцій розподілу

Ізолінії вмісту компонентів

Побудова ізоліній вмісту корисних компонентів дозволяє візуалізувати їх просторовий розподіл та виділити зони з різною промисловою цінністю. Це є основою для оконтурювання балансових і позабалансових запасів.

Метод ізоліній дозволяє також оцінити мінливість якості корисних копалин та визначити зони з підвищеним або зниженим вмістом корисних компонентів.

Використання геометричних функцій розподілу є важливим інструментом для класифікації запасів, оскільки дозволяє об'єктивно оцінити просторовий розподіл корисних компонентів та визначити межі контурів запасів різних категорій.

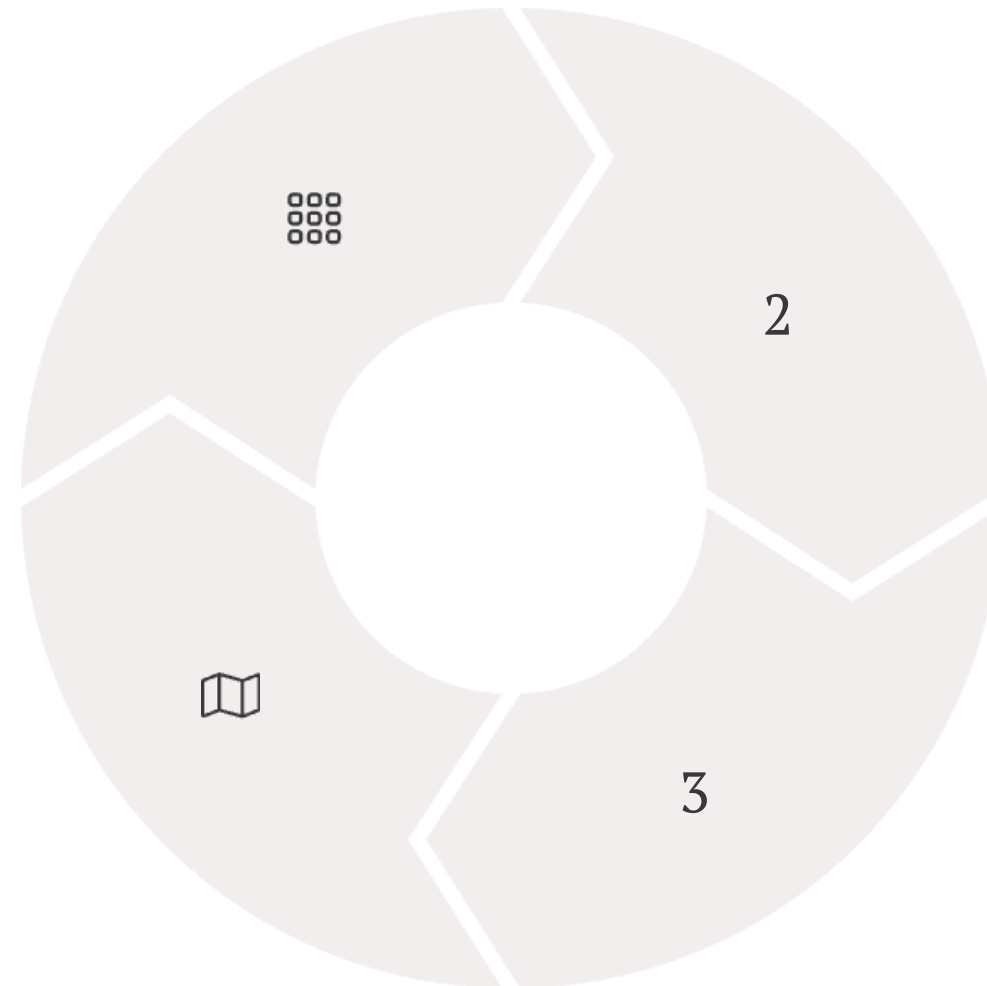
Зони достовірності

Визначення зон з різним ступенем достовірності оцінки запасів базується на аналізі щільності розвідувальної мережі та мінливості показників якості корисних копалин.

Для кожної зони встановлюється відповідна категорія запасів, що відображає ступінь їх вивченості та достовірності оцінки. Це є основою для класифікації запасів за ступенем геологічного вивчення.

Геометризація як спосіб оцінки достовірності запасів

Аналіз щільності мережі
Оцінка відповідності щільності розвідувальної мережі складності геологічної будови родовища



Радіуси впливу
Визначення радіусів впливу розвідувальних виробок для різних категорій запасів

Карти достовірності
Побудова карт достовірності оцінки запасів з виділенням зон різних категорій

Оцінка мінливості
Аналіз мінливості показників якості корисних копалин та геологічних параметрів

Геометризація запасів дозволяє об'єктивно оцінити достовірність їх підрахунку на основі аналізу просторового розподілу розвідувальних виробок та мінливості геологічних параметрів. Це є науковою основою для класифікації запасів за ступенем геологічного вивчення.

Методи геометризації дозволяють також оцінити ризики та невизначеності при підрахунку запасів, що є важливим для прийняття інвестиційних рішень щодо розробки родовища.



Практичне значення класифікації для проектування гірничодобувних підприємств

Обґрунтування продуктивності

- Визначення оптимальної продуктивності підприємства на основі кількості запасів різних категорій
- Оцінка терміну служби підприємства з урахуванням балансових запасів
- Планування етапів розвитку виробничих потужностей

Вибір систем розробки


- Обґрунтування систем розробки з урахуванням групи складності родовища
- Визначення параметрів систем розробки відповідно до геологічних умов
- Оцінка втрат і розубоження при різних системах розробки

Планування капіталовкладень

- Розрахунок обсягів капітальних вкладень відповідно до категорій запасів
- Оцінка інвестиційних ризиків з урахуванням достовірності запасів
- Планування етапів фінансування будівництва та розвитку підприємства

Класифікація запасів є фундаментальною основою для проектування гірничодобувних підприємств, оскільки дозволяє обґрунтувати їх основні технічні та економічні параметри з урахуванням достовірності оцінки запасів та складності геологічної будови родовища.

Практичне значення класифікації для планування гірничих робіт

- 1** — Перспективне планування
Планування на основі загальних запасів родовища з урахуванням їх категорій та просторового розподілу
 - 2** — Середньострокове планування
Планування з урахуванням розкритих та підготовлених запасів, визначення напрямків розвитку гірничих робіт
 - 3** — Оперативне планування
Планування на базі готових до виїмки запасів, оптимізація процесів видобутку та переробки
-  — Календарні плани
Складання календарних планів відпрацювання запасів різних категорій з урахуванням їх якості та умов залягання

Класифікація запасів забезпечує науково обґрунтований підхід до планування гірничих робіт на різних часових горизонтах. Вона дозволяє оптимізувати послідовність відпрацювання запасів, забезпечити стабільну якість видобутої сировини та мінімізувати виробничі ризики.



Оперативне управління якістю видобутої сировини



Класифікація запасів за якісними показниками є основою для оперативного управління якістю видобутої сировини. Вона дозволяє планувати усереднення якості руди на основі геометризації запасів за вмістом корисних компонентів, здійснювати селективну виїмку різних сортів корисних копалин та оптимізувати процеси збагачення.

Ефективне управління якістю видобутої сировини забезпечує стабільну роботу збагачувальних фабрик, підвищує вилучення корисних компонентів та знижує виробничі витрати. Це є важливим фактором конкурентоспроможності гірничодобувного підприємства на ринку мінеральної сировини.

Економічні аспекти використання класифікації

\$125M

Вартість запасів

Середня вартість запасів категорії A+B+C1 для середнього родовища кольорових металів

15%

Амортизація

Середній рівень амортизаційних відрахувань на погашення запасів

22%

Рентабельність

Середня рентабельність відпрацювання балансових запасів

35%

Ризики

Зниження інвестиційних ризиків при наявності запасів високих категорій

Класифікація запасів має важливе економічне значення, оскільки дозволяє оцінити вартість запасів як активів підприємства, визначити амортизаційні відрахування на погашення запасів, оцінити ефективність капіталовкладень в розвідку та підготовку запасів, а також розрахувати рентабельність відпрацювання запасів різної якості.





Сучасні тенденції розвитку систем класифікації



Гармонізація класифікацій

Узгодження національних класифікацій з міжнародними стандартами для забезпечення єдиного підходу до оцінки запасів

2

Ймовірнісні підходи

Впровадження ймовірнісних методів оцінки достовірності запасів з урахуванням геологічних ризиків



Геоінформаційні системи

Розвиток ГІС як інструменту класифікації та обліку запасів, що забезпечує їх просторову прив'язку

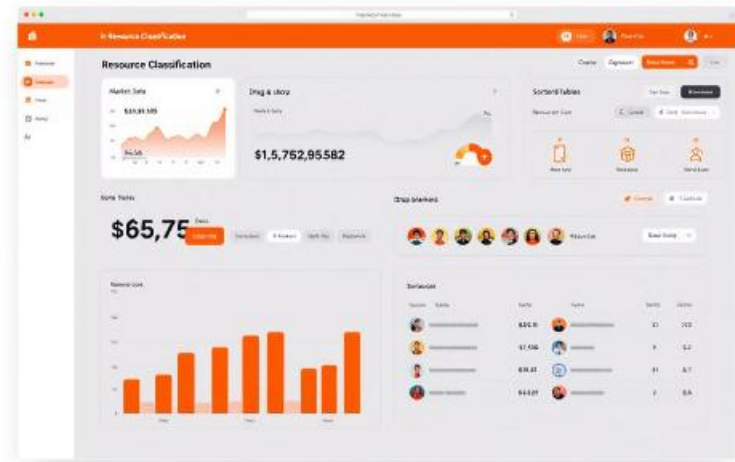


Екологічні критерії

Інтеграція екологічних критеріїв в системи класифікації запасів для забезпечення сталого розвитку

Сучасні тенденції розвитку систем класифікації запасів спрямовані на підвищення їх об'єктивності, достовірності та відповідності міжнародним стандартам. Важливим напрямком є також інтеграція екологічних та соціальних аспектів в оцінку запасів для забезпечення сталого розвитку гірничодобувної галузі.

Перспективні напрямки вдосконалення класифікацій



Динамічні системи класифікації

Розробка динамічних систем класифікації, що враховують зміни кон'юнктури ринку та дозволяють оперативно переоцінювати запаси з урахуванням економічних факторів.

Автоматизовані системи переоцінки

Впровадження автоматизованих систем переоцінки запасів в процесі експлуатації родовищ, що дозволяють оперативно коригувати моделі родовищ та категорії запасів.

Дистанційне зондування

Розвиток методів дистанційного зондування для оперативної переоцінки запасів та моніторингу стану родовищ, що дозволяє знизити витрати на геологорозвідувальні роботи.

Перспективні напрямки вдосконалення систем класифікації запасів включають також розвиток методів геостатистичного моделювання родовищ, впровадження сучасних методів випробування корисних копалин, використання комплексних геофізичних методів при розвідці та експлуатації родовищ, а також застосування штучного інтелекту для прогнозування розподілу корисних копалин.