



ШОСТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 7–11 жовтня 2019 р.

УДК 553.043

**МЕТОДИКА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ
БОРТОВОГО ВМІСТУ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D МОДЕЛЮВАННЯ
ДЛЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ ОБ'ЄКТІВ УКРАЇНИ**

Прокопенко О.С.¹, alex.prokop2206@gmail.com,

Курило М.М.², к. геол. н., kurilo@univ.kiev.ua,

1 – ТОВ «Геологічна сервісна компанія ГСК», м. Київ, Україна,

2 – Київський національний інститут імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Основним параметром кондицій, який визначає якість запасів залізних руд є бортовий вміст корисного компонента Fe_{магн}. В роботі запропоновано методику вибору оптимальних значень бортового вмісту при оцінці родовищ залізістих кварцитів на прикладі родовища Західного Приазов'я. Для знаходження оптимальних бортових вмістів за допомогою геостатистики та просторового моделювання проаналізовано динаміку зміни кількості запасів від зміни бортового вмісту, також враховано коливання середніх вмістів корисних компонентів. В роботі обґрунтовані оптимальні значення бортового вмісту Fe_{магн} у межах 12–14 %.

**METHOD OF SELECTION FOR CUT-OFF GRADE VALUE USING
3D MODELING FOR UKRAINIAN IRON ORE DEPOSITS**

Prokopenko O.¹, alex.prokop2206@gmail.com,

Kurylo M.², Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., kurilo@univ.kiev.ua,

1 – «Geological service company GSC» LLC, Kyiv, Ukraine,

2 – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

The main cut-off parameter determining quality of iron ore reserves is the cut-off grade of Fe_{magn}. It is proposed a method for choosing the optimum values of cut-off grade Fe in evaluation of BIF deposits on the example of one of the West Azov deposits. Dynamics of reserves' quantity and quality have analyzed depending on changes in cut-off grade, and fluctuations in average grade have been taken into account. The optimal values of cut-off grade of Fe_{magn} within 12-14 % are substantiated using geostatistics and spatial modeling.

Україна входить до 10 країн світу з найбільшими запасами залізних руд, а залізорудна промисловість і металургійний комплекс є бюджетоутворюючими галузями економіки, що мають для країни стратегічне значення. Відомі запаси і ресурси залізних руд локалізовані в межах п'яти основних залізорудних басейнів і районів: Криворізький басейн і Білозерський район багатих гематит-мартитових і магнетитових руд та магнетитових кварцитів; Кременчуцький і Приазовський райони магнетитових кварцитів; Керченський басейн бурих залізнякаів. Державним балансом запасів корисних копалин України враховано 60 родовища залізних руд, з яких 26 перебувають в стадії розробки. Загальні балансові запаси залізних руд становлять 19725,9 млн т, С₂ – 7367,8 млн т; позабалансові – 4546,3 млн т [1]. Багаті залізні руди і залізісті кварцити добувають на родовищах Криворізького, Кременчуцького та Білозерського залізорудних басейнів.

Не дивлячись на великі запаси та ресурси, вітчизняна мінерально-сировинна база має певні проблеми із забезпеченням гірничодобувних підприємств якісними рудами. Якість запасів залізних руд визначається параметрами кондицій для підрахунку запасів, які обираються і обґрунтовуються при проведенні геолого-економічної оцінки.

Підрахунок запасів залізних руд у вітчизняній практиці здійснюється базуючись на положеннях Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр до родовищ руд чорних металів (заліза, марганцю та хрому) [1], а обґрунтування обраних параметрів кондицій – згідно з Положенням про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах [3]. Згідно із названими документами перелік кондицій для підрахунку запасів залізних руд містить показники, які встановлюють граничні вимоги до якості та кількості мінеральної



**ШОСТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 7–11 жовтня 2019 р.**

сировини в надрах, гірничогеологічних умов залягання, гірничотехнічних та інших умов розробки продуктивних покладів.

Головними показниками кондицій для залізних руд у вітчизняній практиці є наступні [3]: – мінімальний промисловий вміст корисного компонента ($Fe_{заг}$, $Fe_{магн.}$); – бортовий вміст корисного компонента; – мінімальний вміст корисного компонента в крайовому перетині; – мінімальний промисловий вміст корисного компонента; – максимально допустимий вміст шкідливих домішок в корисній копалині; – мінімальна потужність покладів корисних копалин або відповідний мінімальний метропроцент; – максимально допустима потужність прошарків порід та некондиційних руд, які включаються в контур підрахунку запасів; – мінімальний коефіцієнт рудоносності (продуктивності) у підрахунковому блоці розвіданих запасів; – мінімальні запаси віддалених покладів корисних копалин; – максимально допустиме співвідношення потужностей розкривних порід і корисної копалини в крайовому і внутрішньому перетині; – межі підрахунку запасів.

Вибір перелічених параметрів кондицій може мати різні обґрунтування, що залежить від ступеня геологічного і техніко-економічного вивчення об'єкту. Головними напрямками обґрунтування можуть бути: 1) емпіричні дані залізородних родовища конкретного геолого-промислового і технологічного типу, які ефективно розробляються; 2) прямий розрахунок параметрів; 3) вихідні технічні і технологічні дані добувних підприємств, які розробляють родовище.

Основним параметром кондицій, який визначає якість запасів залізних руд є бортовий вміст корисного компонента – мінімальний вміст корисного компонента в пробі, що включається до підрахунку запасів під час оконтурювання продуктивного покладу в перетині гірничою виробкою, у разі відсутності чіткого геологічного контакту.

Мета дослідження – обґрунтування методики вибору оптимальних значень бортового вмісту при оцінці родовищ залізистих кварцитів. У вітчизняній і міжнародній практиці оцінки, як правило, використовують вміст заліза пов'язаного з магнетитом ($Fe_{магн.}$). Встановлення бортових значень для підрахунку запасів має бути прийнятним і ефективним, як для власника надр, так і для надрокористувача.

Методика базується на використанні інструментів блокового моделювання, оскільки це найсучасніший спосіб підрахунку запасів і дає змогу оперативно отримувати багатоваріантні розрахунки кількості і якості запасів з різними бортовими значеннями $Fe_{магн.}$

Об'єктом вивчення є одне з групи родовищ Західного Приазов'я, яке в геоструктурному відношенні приурочене до витягнутої в північно-західному напрямку синклінальної складки. Загальна площа об'єкту 4км².

Співставлення параметрів кондицій для підрахунку запасів залізних руд родовищ Приазовської групи наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Співставлення параметрів кондицій для підрахунку запасів залізних руд родовищ Приазовської групи

Родовища Приазовської групи	Бортовий вміст заліза магнетитового в крайовій пробі, %	Мінімальний промисловий вміст заліза магнетитового в підрахунковому блоці	Мінімальна промислова потужність рудних тіл, м	Максимальна потужність внутрішньорудних прошарків пустих порід і некондиційних руд, що включаються у підрахунок запасів, м
Гуляйпольське	12		10	10
Маріупольське	14	16	10	15
Куксунгурське	14	16	10	10
Васинівське	16		10	10
Об'єкт оцінки	12		10	10



ШОСТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 7–11 жовтня 2019 р.

Для вибору оптимального бортового вмісту для даного об'єкта була проведена оцінка запасів за допомогою каркасного і блокового моделювання (рис. 1–4).



Рис. 1. Каркасна модель

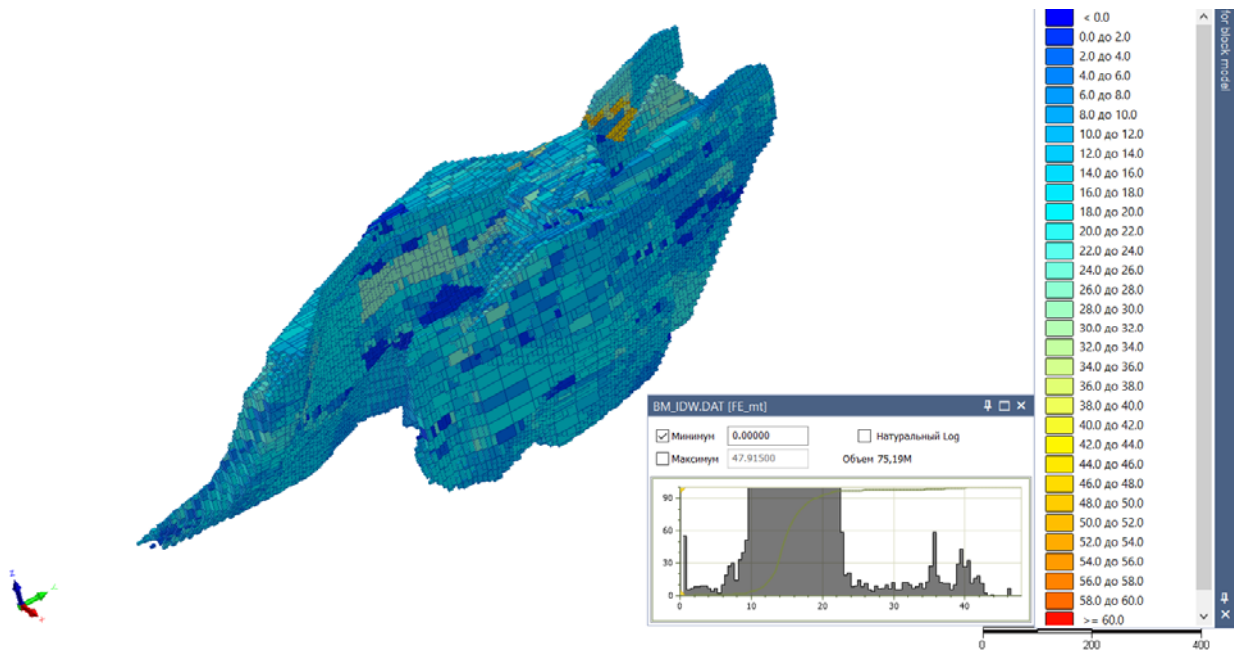


Рис. 2. Блокова модель



ШОСТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 7–11 жовтня 2019 р.

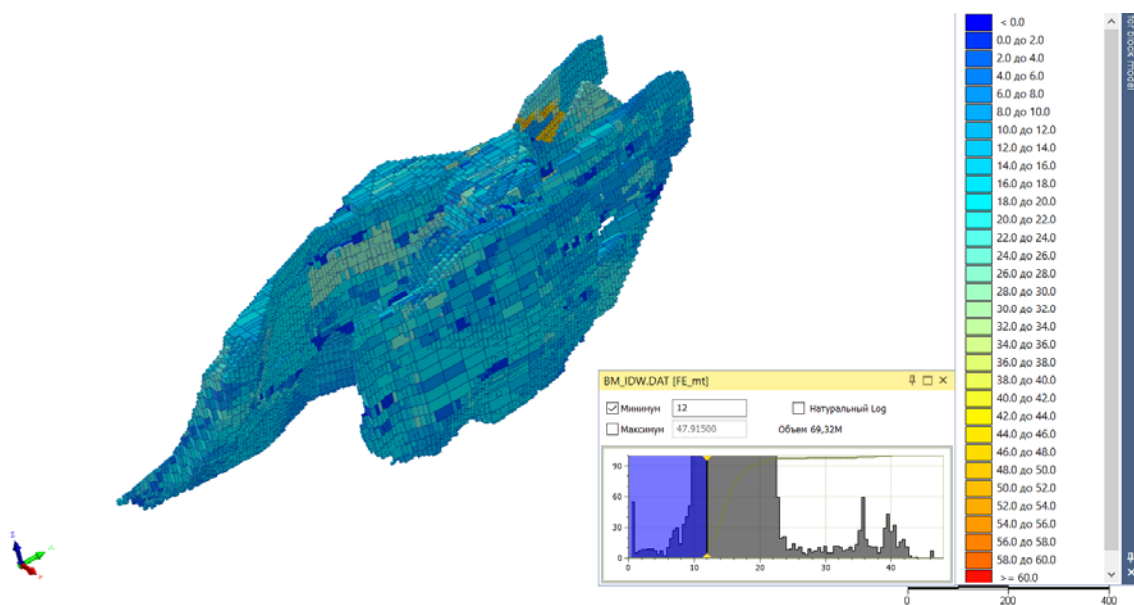


Рис. 3. Блокова модель з бортовим вмістом заліза магнетитового 12 %

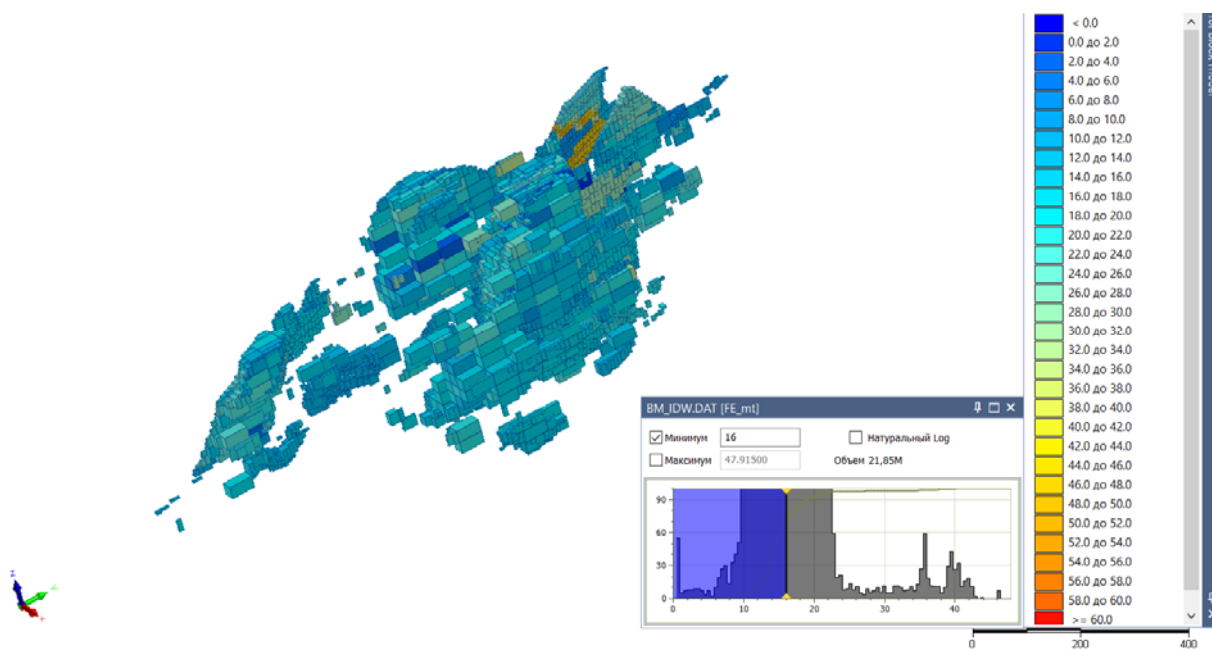


Рис. 4. Блокова модель з бортовим вмістом заліза магнетитового 16 %

Інтерполяція вмістів корисних компонентів у блоковій моделі виконувалася методом IDW (Inverse distance weighting – метод зворотніх відстаней) без обмеження ураганих вмістів.

Інструменти просторового моделювання дозволяють максимально оперативно визначати найбільш ефективне значення бортового вмісту для підрахунку запасів. Для даного об'єкту дослідження – родовище магнетитових кварцитів Приазовської товщі були обгрунтовані оптимальні значення бортового вмісту у межах 12–14 %. На рис. 5 наведена область найбільшої динаміки зміни кількості запасів при збільшенні бортового вмісту у межах 12–18 % (табл. 2), за межами цього інтервалу коливання кількості запасів руди від зміни бортового вмісту є мінімальне.



ШОСТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 7–11 жовтня 2019 р.

Таблиця 2

Співставлення обсягів запасів для варіантів бортового вмісту в інтервалі 12-18%

Мінімальний бортовий вміст у %	Частка «природних запасів» Fe , яка залучається до кількості балансових запасів, %
12	92,2
14	64,1
16	29,2
18	10,9

Для знаходження оптимальних бортових вмістів за допомогою геостатистики та просторового моделювання варто прослідкувати на динаміку зміни кількості запасів від зміни бортового вмісту, також врахувати коливання середніх вмістів корисних компонентів при зміні бортового вмісту. У встановлених межах з найбільшою динамікою варто провести кореляційний і регресійний аналіз зміни середніх вмістів корисного компоненту в руді і об'ємів руди при підвищенні бортового вмісту.

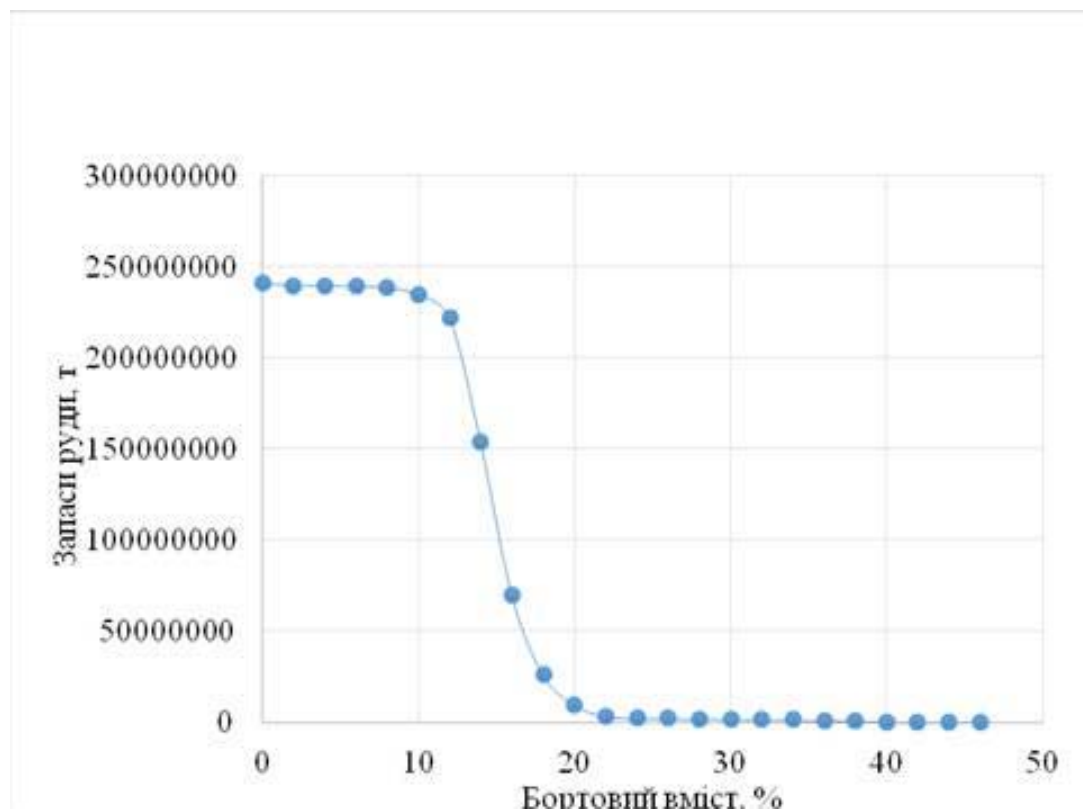


Рис. 5. Залежність кількості запасів від різних значень бортових вмістів

Література

1. Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ руд чорних металів (заліза, марганцю та хрому) // <http://dkz.gov.ua/ua/diyalnist/normativno-pravova-baza>.
2. Мінеральні ресурси України. Київ, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2017. 268 с.



**ШОСТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"
Україна, м. Трускавець, 7–11 жовтня 2019 р.**

3. Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах, затверджене наказом ДКЗ від 07.12.2005 № 300.

4. Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The JORC Code). The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia // http://www.jorc.org/docs/JORC_code_2012.pdf.