



И.М. Музыка
эксперт ГКЗ
ООО «СПб-Гипрошахт»¹
главный специалист отдела геологии
muzyka_ivan@mail.ru

Выбор бортовых содержаний на основе статистических исследований

1. Россия, 197101, Санкт-Петербург, ул. Чапаева, 15А.

Автор считает, что на основе статистических и аналитических исследований результатов опробования полезного компонента можно выбрать варианты бортовых содержаний для дальнейших технико-экономических расчетов и определить геологический оптимальный вариант бортового содержания

Ключевые слова: месторождение; железо магнетитовое; запасы; бортовое содержание

Основным кондиционным показателем при оценке ресурсов всех рудных и многих нерудных месторождений является бортовое содержание ценного компонента.

Методика обоснования кондиций при оценке запасов минерального сырья в России регламентируется «Методическими рекомендациями по составу и правилам оформления материалов по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов, представляемых на государственную экспертизу», где для технико-экономических расчетов необходимо рассмотреть, как минимум, три варианта. Основное требование к выбору вариантов рассматриваемых бортовых содержаний ограничивается технологическим фактором и прирезкой рассматриваемых вариантов в запасах не менее 10%.

Выбор рассматриваемых бортовых содержаний можно проводить на основе статистических и аналитических исследований

результатов опробования, проведенных на месторождении. Результаты химико-аналитических работ, проведенных на месторождении, отражают условия формирования и закономерности развития рудной минерализации.

Статистический анализ опробования по общей генеральной совокупности проб позволяет определить естественное бортовое содержание железа и наличие природных популяций для геометризации оруденения. Анализ закономерностей линейных запасов позволяет определить оптимальное значение бортового содержания на месторождении.

Рассмотрим результаты статистических и аналитических исследований, проведенных на примере одного месторождения железа, изученного к настоящему времени достаточно детально.

Была сформирована выборка из всех результатов проб железа магнетитового ($n = 3281$) для построения гистограммы (рис. 1).

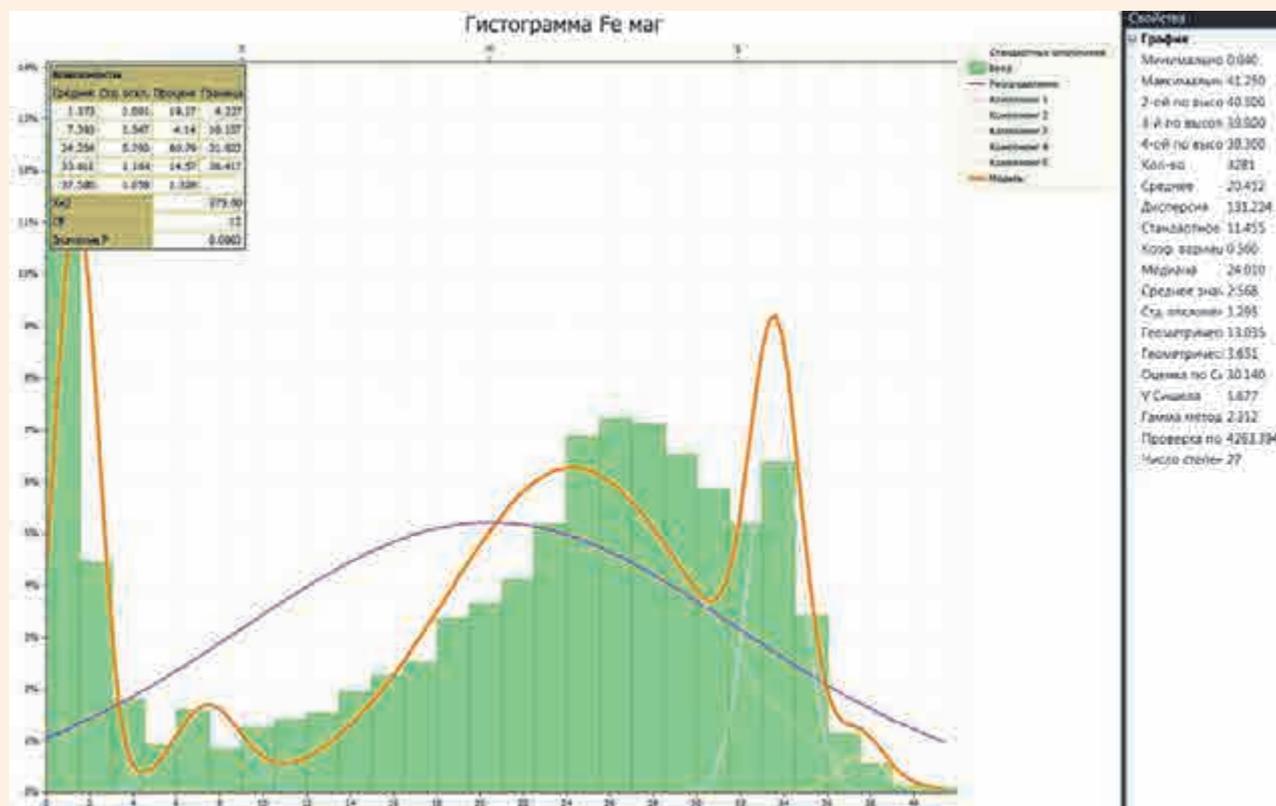


Рис. 1. Гистограмма распределения Fe_{mag} на месторождении

Гистограмма содержаний железа магнетитового показывает неоднородность распределения. По распределению Fe_{mag} генеральной совокупности всех проб месторождения выделяются 5 классов содержаний и наиболее оптимальной моделью, которая описывает данное распределение железа магнетитового в выборке, является модель, состоящая из пяти популяций.

Первый класс с Fe_{mag} менее 4% соответствует вмещающим породам (гнейсы фундамента, жилы пегматитов и тела гранитов) и составляет 18,8% от общей выборки.

Второй класс с содержанием Fe_{mag} от 4 до 10% – слабо-рудным разностям кварцитов (4,2% от общей выборки).

Третий класс с содержаниями Fe_{mag} от 10 до 32% принадлежит средне-железистым разностям кварцитов, характеризующим основную часть железорудной минерализации на месторождении (наиболее представительная 60,5% выборка).

Другие две выборки соответствуют богатым высоко-железистым кварцитам и пробам с ураганными содержаниями Fe_{mag} (16 и 0,5% от общей выборки).

На основании проведенного анализа можно рассмотреть варианты бортовых содержа-

ний железа магнетитового для оконтуривания руд 4, 10, 20%. Оптимальным вариантом, позволяющим выделить на месторождении максимальное количество руды с приемлемым качеством, является вариант бортового содержания железа магнетитового 10%.

Анализ закономерностей линейных запасов позволяет определить оптимальное значение бортового содержания на месторождении (рис. 2). Повышение лимита от такого оптимума ведет к потере ресурсов, понижение – к снижению среднего содержания.

Анализ изменения линейных запасов и среднего содержания железа магнетитового подтверждает выбор рассматриваемого оптимального значения бортового содержания железа магнетитового в пробе 10%.

По соотношению содержания железа магнетитового и количества метротоннажа железа магнетитового (рис. 3) можно рассмотреть вариант Fe_{mag} – 14%.

Формулы для аналитического расчета определения бортового содержания при различных условиях добычи полезного ископаемого и его переработки соответствуют формулам для определения минимального промышленного содержания. При этом эксплуатационные затраты, относимые на 1 т полезного ископаемого, учитываются не в полном объеме, а за вычетом тех элементов, размер которых не увеличивается при некотором

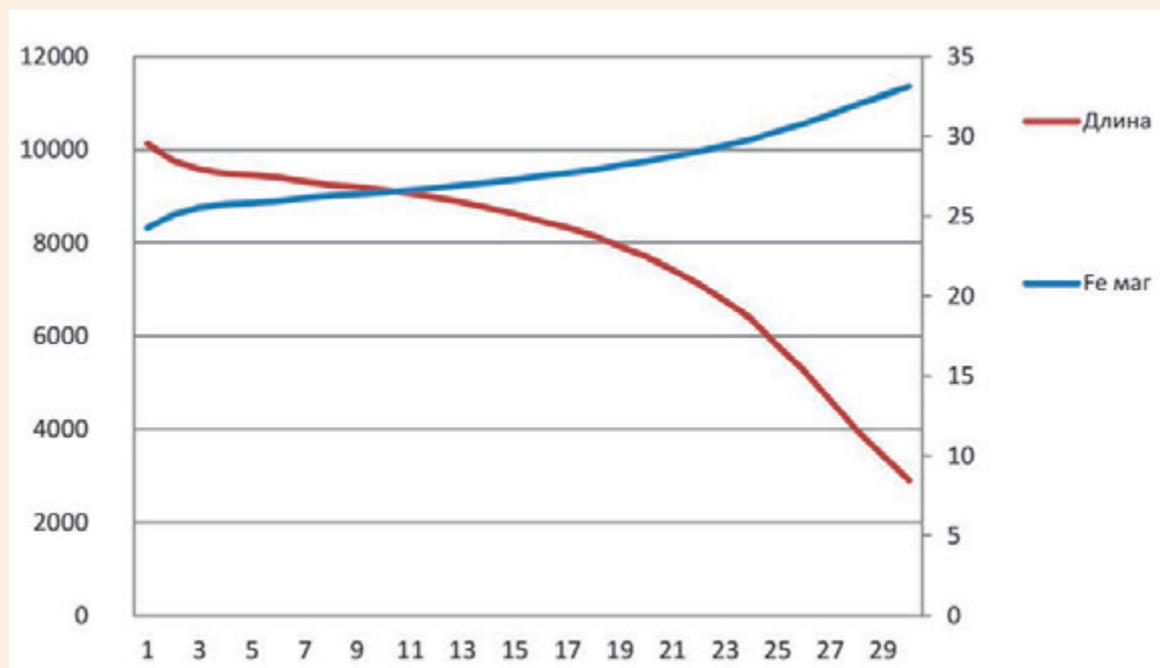


Рис. 2.
График изменения длин рудных проб (запасов)
и среднего содержания $Fe_{маг}$

(малом) изменении запасов. При соблюдении этого правила в затраты на добычу включаются пропорциональные (переменные) затраты (топливно-энергетические затраты на основных процессах; заработная плата рабочих, непосредственно занятых на добыче руды, горной массы и их транспортировке; амортизация и ремонт основных фондов, стоимость которых увеличивается пропорционально объему горных работ, например, бурового оборудования и т.п.), а также все относимые на себестоимость налоги и платежи за право пользования недрами. Погашение горно-капитальных работ и условно-постоянные затраты (часть цеховых расходов, включающая зарплату управленческого персонала, зарплату постоянного штата рабочих, численность которых не зависит от объема горных работ; затраты на амортизацию и ремонт основных фондов, стоимость которых не зависит от объема горных работ и т.п.) в данном случае не учитывается.

Оптимальную величину бортового содержания для рассматриваемого месторождения можно определить аналитическим способом:

$$C_{борт} = \frac{(Z_{тр} + Z_{об} + Z_{н}) \times C_k}{C_k \times (1 - H) \times I_o} =$$

$$= \frac{(66,04 + 207,44 + 34,4) \times 64,8}{2384,5 \times (1 - 0,048) \times 0,85} = 10,3\%$$

где: $C_{борт}$ – бортовое содержание железа магнетитового в рудах при добыче их открытым способом, %; C_k – содержание железа магнетитового в товарном концентрате – 64,8%; $Z_{тр}$ и $Z_{об}$ – эксплуатационные затраты на транспорт и переработку 1 т руды – соответственно, 66,04 руб. и 207,44 руб.; $Z_{н}$ – накладные и прочие общерудничные расходы на 1 т руды, при фиксированной производительности предприятия по руде – 34,4 руб.; C_k – оптовая цена 1 т товарного концентрата – 2384,5 руб.; H – доля налога на добычу в себестоимости концентрата – 0,048 д.е.; I_o – извлечение железа магнетитового в товарную продукцию из руды, по содержанию близкой к бортовому – 0,85 д.е.

В результате аналитически-статистических исследований определены варианты бортовых содержаний железа магнетитового – 4, 10, и 14% для выполнения повариантного подсчета запасов и дальнейших технико-экономических расчетов, установлено оптимальное бортовое содержание железа – 10%, т.к. обеспечивает рациональное количество руды и содержание полезного компонента в ней.

Дальнейшими технико-экономическими расчетами, выполненными в составе ТЭО кондиций в 2015 г, подтверждена возможность рентабельной отработки руд при бортовом содержании 10%, и утверждена ГКЗ Роснедра. Таким образом, в данном примере геологический и экономический оптимумы бортового содержания совпадают.

Автором показана возможность применения статистически-аналитических исследований при выборе и обосновании вариантов

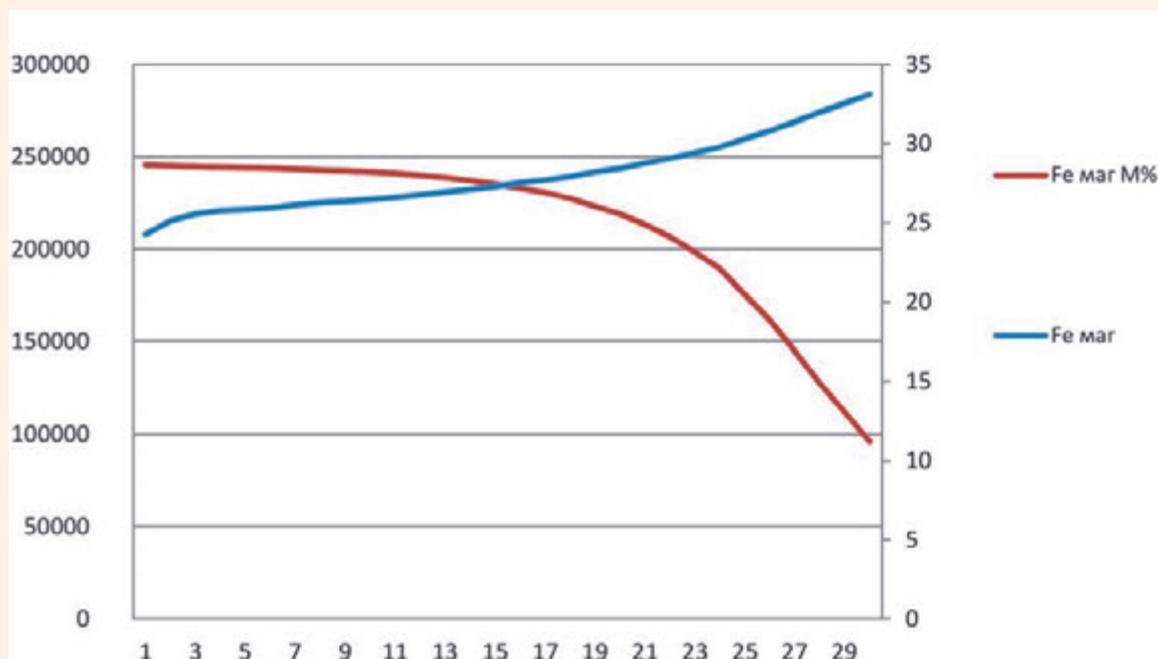


Рис. 3.
График изменения линейных запасов Fe_{mag} и среднего содержания Fe_{mag}

бортового содержания для повариантного подсчета запасов и определения оптимального значения бортового содержания на основании геологической информации.

Литература

1. Методические рекомендации по составу и правилам оформления материалов по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов, представляемых на государственную экспертизу. М. 2007.
2. Шумилин М.В. К методике обоснования кондиций при оценке прогнозных ресурсов // Недропользование XXI век. 2014. № 4. С. 28–31.

UDC 553.043

I.M. Muzyka, expert of the State Commission on Mineral Reserves, chief specialist of department of geology of LLC «SPB-Giproshakht»¹, muzyka_ivan@mail.ru

1. 15A Chapaev street, St. Petersburg, 197101, Russia.

Choice of the cut-off grade on the basis of statistical researches

Abstract. The author believes, that on the basis of statistical and analytical researches of results of approbation of a useful component, it is possible to choose versions of cut-off grade for further technical and economic calculations, and to define geological optimum version of the cut-off grade.

Keywords: deposits; iron magnetitovy; reserves; cut-off grade

References

1. *Metodicheskie rekomendatsii po sostavu i pravilam oformleniia materialov po tekhniko-ekonomicheskomu obosnovaniiu konditsii dlia podscheta zapasov, predstavliaemykh na gosudarstvennuiu ekspertizu* [Guidelines on the composition and rules of registration materials for the feasibility study of conditions for the calculation of reserves submitted for State expert examination]. Moscow, 2007.
2. Shumilin M.V. K metodike obosnovaniia konditsii pri otsenke prognoznykh resursov [By the method of study of conditions in the evaluation of prognostic resources]. *Nedropol'zovanie XXI vek*, 2014, no. 4, pp. 28–31.