УДК 550.812

И.В.АПУХТИНА
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЯКОВЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Представлен анализ пространственных закономерностей размещения богатых железных руд Яковлевского месторождения с использованием программной системы MICROMINE, которая обычно применяется для составления пространственных геологических моделей месторождений и подсчета запасов.

The article analyzes spatial regularities in distribution of rich iron ores of the Yakovlevsky Deposit with application of the MICROMINE software system, normally used to compile geological 3D models of ore deposits and evaluation of their reserves.

Яковлевское месторождение – одно из наиболее крупных месторождений богатых железных руд Курской магнитной аномалии (КМА) – расположено в 35 км к северу от г.Белгорода и в 12 км к западу от станции Сажная на юго-западной окраине Белгородского железорудного района КМА.

Яковлевское месторождение включает Яковлевскую и Покровскую залежи богатых руд, расположенные в одноименных полосах железистых кварцитов. Богатые (остаточные) железные руды являются корой выветривания железистых кварцитов и образуют на их поверхности мощные залежи. В строении рудной залежи отчетливо проявлено сочетание площадного и линейного типов коры выветривания железистых кварцитов. Рудные залежи Яковлевской полосы прослежены на протяжении 40 км, имеют в плане лентообразную форму, вытянутую в соответствии с простиранием железистых кварцитов в северо-западном направлении. Ширина рудной залежи колеблется от 200 до 600 м, в среднем 440 м. Мощность залежи изменяется от 38 до 150 м [1].

Морфология рудных залежей чрезвычайно сложная, что объясняется неровной нижней границей оруденения, обусловленной наличием среди руд выступов железистых кварцитов и «языков» богатых руд, глубоко уходящих в толщу кварцитов.

Запуск рудника планируется на сентябрь текущего года. Остается открытым вопрос рентабельность добычи богатых железных руд вследствие залегания их на большой глубине и отсутствии четкого оконтуривания типов руд при предыдущем подсчете запасов.

На данный момент на Яковлевском руднике стоит задача точного оконтуривания богатых железных руд, которые планируются к селективной выемке. Основной производственной задачей являлось моделирование месторождения в пространстве и проверка подсчета запасов современными компьютерными методами. Принимая во внимание особенности геологического строения Яковлевского месторождения, его степень изученности и методику разведочных работ, была принята следующая схема подсчета запасов:

- перевод разведочных данных из текстовых и графических носителей в электронную форму, создание компьютерной базы данных;

• импорт и проверка базы данных, ввод дополнительной информации;

• классический статистический анализ данных опробования и определение естественных бортовых содержаний железа;

• геологическая интерпретация контуров рудного тела с использованием кондиций и естественных бортовых содержаний, согласованные с заказчиком;

• каркасное моделирование рудных тел, геостатистический анализ железа;

• определение параметров интерполяции железа;

• построение блочной модели рудных тел и интерполяция содержаний в блочную модель альтернативными методами (обычный крайгинг и метод обратных расстояний);

• сопоставление полученных значений запасов с результатами предыдущей оценки.

Работа выполнена с использованием последней версии системы MICROMINE (v 9.3 и v 10.0).

В процессе геостатистических исследований были получены результаты, интересные для понимания процессов рудообразования. Остановимся детальнее на результатах геостатистических исследований, которые входят в методику моделирования месторождений.

Геостатистика – теория оценки пространственных переменных. Геостатистика способна решать на одной базовой исходной геологической информации многие геолого-оценочные, проектные и плановые задачи, возникающие на всех стадиях разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Как и любая другая теория, геостатистика имеет свою область применения и не может использоваться повсеместно с одинаковой эффективностью [2].

Необходимые условия:

• наличие достаточно надежной корреляционной связи между пробами в пространстве;

• отсутствие в исследуемой зоне резких изменений свойств оцениваемой среды (тектонические нарушение и т.п.);

• наличие мощного компьютера для обработки массивов первичных данных.

Основной инструмент геостатистики – вариограмма – используется для определения пространственной корреляции между произвольно размещенными реальными данными наблюдений. Вариограмма характеризуется тремя главными параметрами [3]:

• эффект самородка – случайная составляющая дисперсии проб, которая измеряет, насколько велико различие содержаний в очень близко расположенных образцах;

• порог вариограммы (sill) – значение, где вариограмма стабилизируется (выполаживается); совпадает с общей дисперсией проб;

• зона влияния (range) – максимальное расстояние, на котором между пробами еще существует корреляция. Вариограмма достигает порога на расстоянии, равном зоне влияния.

Для того, чтобы использовать аппарат геостатистики в процессе решения различных практических задач, необходимо располагать вариограммной моделью исследуемого объекта, которая должна максимально соответствовать истинной структуре его изменчивости.

Стадии процесса создания вариограммной модели исследуемого объекта [3]:

1. Анализ, контроль и группировка исходной геологической информации.

После ввода и корректировки исходной информации производилась ее статистическая обработка. Был проведен статистический анализ массива исходных данных. По полученной гистограмме распределения содержаний общего железа было выявлено естественное бортовое содержание, равное 36 %. Полученная кондиция учитывалась при интерпретации рудных тел. Для построения вариограмм учитывались только те пробы, которые были выбраны в пределах рудных тел и приведены к одному интервалу для уравновешивания весовых коэффициентов. Объектом геостатистических исследований был выделен участок первоочередной отработки.

2. Построение экспериментальных вариограмм.

3. Исследование полученных функций на наличие различных эффектов.

Параметры вариограмм распределения содержаний общего железа

Направление основных осей вариограмм	Азимут наклона оси, град.	Угол наклона оси, град.	Эффект самородка	Порог	Зона влияния, м
Простирание	45	0	10,0	81,0	450
Падение	135	–15			350
Вкрест падения	135	70			250

4. Создание пространственной модели вариограммы, т.е. аппроксимации эмпирической вариограммы алгебраическим выражением.

Для того, чтобы оценить возможность создания направленных вариограмм и выбрать оптимальный шаг вариографии, были построены вариограммы по всем направлениям. Оптимальным был выбран шаг 75 м. Наличие вариограммы по всем направлениям с подобранным шагом свидетельствует о существовании математически описываемой закономерности анизотропии распределения содержаний железа. Поэтому было принято решение смоделировать направленные вариограммы.

Карта моделей вариограмм в горизонтальной плоскости по рудному телу показала анизотропию минерализации с азимутом максимальной непрерывности около 50°, что не соответствует простиранию железистых кварцитов, а отражает ориентировку рудного тела, представленного богатыми рудами. После определения основного направления анизотропии распределения минерализации было смоделировано три направленных вариограммы для участка месторождения. Первое выделенное направление имеет 45°, угол погружения 0°; второе направление – азимут 135°, угол погружения – 15°; третье направление – азимут 135°, угол погружения 75°.

Все смоделированные для рудного тела вариограммы были описаны одноструктурными сферическими моделями. Параметры моделей вариограмм показаны в таблице. В целом интервалы влияния для всех смоделированных вариограмм превышают расстояния между разведочной сетью опробования, что является хорошим показателем того, что большая часть запасов может быть оценена с высокой достоверностью.

Выводы

1. По результатам геостатистического анализа выявлены две устойчивые ориентировки направлений наибольшей выдержанности оруденения по содержанию общего железа – 135 и 45°. Первая из них отчетливо согласуется с простиранием пластов железистых кварцитов. Вторая наиболее отчетливо проявленная, ранее не отмечаемая связана с богатыми рудами линейной коры выветривания по секущим зонам трещиноватости.

2. Невозможно фиксировать разрывные нарушения в богатых рудах при обычной геологической документации выработок в связи со слабой сцементированностью руд.

3. Геостатистические методы позволяют выявить скрытые, не выявленные при обычной документации и картировании закономерности распределения оруденения.

Анализ предоставленной геологической графики дает основание предполагать, что направление наибольшей выдержанности совпадает с ориентировкой тектонических нарушений, определяющих формирование линейных кор выветривания по железистым кварцитам, с которым связаны богатые руды Яковлевского месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железные руды КМА / Под ред. В.П.Орлова, И.А.Шевырева, Н.А.Соколова. М.: ЗАО «Геоинформарк», 2001.

2. *Каневский М.Ф.* Основные понятия и элементы геостатистики / Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Вып.11. ВИНИТИ. М., 1999.

3. *Капутин Ю.Е.* Горные компьютерные технологии и геостатистика. СПб: Недра, 2002.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *А.В.Козлов*