

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ «РУДНЫЙ СТОЛБ»

В. А. НАРСЕЕВ, Г. Б. ЛЕВИН, В. Л. ЛОСЬ (КазИМС)

Термин «рудный столб» укоренился в геологической литературе (В. Линдгрэн, 1932, 1934; А. Бетман, 1948; М. В. Крейтер, 1956; Н. И. Бородаевский, 1960; Ф. Н. Шахов, 1962; Ф. И. Вольфсон, 1960 и др.). По Н. И. Бородаевскому (1960), «основным признаком для выделения рудного столба надо считать наличие руды с содержанием более высоким, чем среднее по месторождению или рудному телу. Неправильно относить к рудным столбам участки с обычным средним содержанием, выделяющимся на фоне некондиционной руды...». Экономическая основа большинства определений условна и не отражает генетической сущности явления, в силу чего не может быть использована при геолого-геохимических исследованиях. Вместе с тем, несомненно, что рудные столбы являются отражением закономерности распределения вещества в рудном теле (поле содержаний, геохимическом поле). Нами изучалось распределение содержаний золота в рудах собственно золоторудных месторождений Казахстана (Акжал, Васильевское, Бақырчик, Балажал, Бестюбе, Жолымбет, Жетыгара, Аксу, Архарлы, Ретивый и др.).

Установлено, что в общем случае распределение содержаний Au, как и других элементов в рудах (Fe, Cu, Pb, Zn) полимодальное (вариационная кривая многовершинная), т. е. характеризуемая им совокупность неоднородная. Такую совокупность можно представить как сумму однородных нормально или логнормально распределенных подсовокупностей (элементарное распределение — Рэ) [1, 2]. Функция плотности содержаний будет иметь вид:

$$p(x) = a_1 p_1(x) + a_2 p_2(x) + \dots + a_k p_k(x),$$

где: a_i — «вес», $P_{э_i}$, $P_i(x)$ — функция плотности нормального (логнормального) распределения.

Разделение элементарных распределений возможно только при условии: $a_{i+1} - a_i > \sigma_{i+1} + \sigma$, где α и σ — среднее и стандартное отклонение элементарного распределения.

Таким образом, распределение содержаний Au в месторождениях является ступенчатым. Все Рэ образуют в пространстве области определенной интенсивности минерализации с естественными границами (на вариационной кривой минимумы). Эти области и будут представлять собой рудные зоны, столбы и т. д.

Нахождение граничных значений (x_r) содержаний между двумя элементарными распределениями возможно, если известны параметры этих распределений. При этом граничным будет называться содержание, когда проба с таким содержанием может быть равно вероятно отнесена к любому из разделяемых Рэ. Отсюда видим, что x_r является величиной стохастической.

Имеем $P_{э_i}$ и $P_{э_{i+1}}$, между которыми надо найти $x_r[i - (i+1)]$. Условие равновероятного отнесения: $a_i p_i(x) = a_{i+1} p_{i+1}(x)$ проводя логарифмирование и положив $\frac{\lg l}{2S^2} = b_i$, в окончательном виде получим:

$$Ax^2 + Bx + C = 0,$$

где $A = b_{i+1} - b_i$,

$$B = 2(x_i b_i - x_{i+1} b_{i+1}),$$

$$C = -x_i^2 b_i + x_{i+1}^2 b_{i+1} + \lg_1 a_i - \lg a_{i+1} - \lg S_i + \lg S_{i+1}.$$

Если мы хотим определить значение x , при котором вероятность отнесения пробы к Рэ_i в n раз отличается от вероятности отнесения к Рэ_{i+1}, т. е. $\frac{a_i p_i(x)}{a_{i+1} p_{i+1}(x)} = n$, то величина $-\lg n$ войдет в C .

Определив x_r между Рэ_i и Рэ_{i+1} можно высчитать сколько проб с содержанием ниже x_r может быть отнесено к Рэ_{i+1}. (Если мы находим нижнюю границу рудного столба, то сколько проб ниже x_r может быть включено в контур рудного столба, без нарушения его неразрывности).

Вычисление производится при помощи функции $\Phi(z)$, таблицы которой имеются во всех учебниках математики $P(x > x_r) = 0,5 - \Phi(z)$; $P(x < x_r) = 1 - P(x > x_r) = 0,5 + \Phi(z)$ $z = \frac{x_r - x}{S}$.

Таким образом, $P(x < x_r)$ 100% проб с содержанием ниже x может быть отнесено к рудному столбу (без нарушения его неразрывности). При этом надо помнить, что проб с содержанием, меньшим $x - 2S$, будет 2%, а пробы с содержанием $\bar{x} - 3S$ вообще практически встречаться не будут (одна проба с $x < \bar{x} - 3S$ уже вызовет нарушение неразрывности).

Надо иметь в виду, что параметры Рэ на золоторудных месторождениях не стабильны и изменяются в довольно значительных пределах*. x_r , вычисленные по плотности распределения содержаний всего месторождения, могут не отвечать естественным границам в каких-то его частях. Более точно будет, если вычислить x_r для частей месторождения. Отсюда ясно, что одна и та же граница в пределах месторождения может иметь несколько различные численные значения.

В свете изложенного рудными столбами следует называть объемные первичные концентрации элементов (минералов), выделяемые на основе геологических наблюдений и данных анализа статистического распределения содержаний.

Условия выделения отдельных «столбов»:

1. Неразрывность**.

2. Отсутствие тренда на небольших участках. (В целом для месторождения тренд возможен).

* В области даже одного Рэ имеется тренд, но без резких градиентов. Соседние Рэ могут сливаться ($a_{i+1} - x_i - x_{i+1} + x_i$) и раздваиваться.

** «Инородные» тела, разрывы и пр. не считать нарушением неразрывности столба.

Рудный столб является геологическим телом и характеризуется параметрами — длиной по простиранию ($l_{пр}$), падению — ($l_{па}$), склону (l_c), ширине (n), мощности (m). Производными от них, характеризующими морфологию столба, являются коэффициент линейности $K_l = \frac{l_c}{n}$, коэффициент сложности контура $K_{ск} = \frac{L}{S}$, где L — общая длина контура и S — его площадь.

Являясь частью рудного тела, столбы, как правило, включают в себе основные запасы металла. Для характеристики рудоносности рудных столбов может быть предложен ряд коэффициентов:

$$\text{насыщенности } K_n = \frac{S_{рс}}{B_{рт}},$$

$$\text{концентрированности } K_{конц} = \frac{C_{рс}}{C_{рт}},$$

$$\text{относительной продуктивности } K_{оп} = K_n \cdot K_{конц} \cdot 100,$$

$$\text{абсолютной продуктивности } K_{ап} = \frac{Q \cdot c}{Q_{рт}}$$

$S_{рс}$, $C_{рс}$, $Q_{рс}$ — площадь, содержание и запасы рудного столба, $S_{рт}$, $C_{рт}$, $Q_{рт}$ — то же рудного поля в целом.

В зависимости от числа элементарных распределений можно выделить столбы различных порядков. Рудные столбы I порядка — части рудного тела, характеризующие его внутреннее строение, заключающие в себе основную массу запасов и отвечающие требованию неразрывности. Рудные столбы II и более высоких порядков — линзы, гнезда, бонанцы в пределах столбов I порядка. Условием их выделения может быть только определенный уровень интенсивности минерализации.