Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института том XXV, выпуск II, 1951 г.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ, УТОЧНЯЮЩИЕ КОЭФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ

Доц. *Н. В. Иванов*

В статье ставится задача уточнения коэфициента вариации, отражающего распределение полезного компонента в рудной залежи.

Коэфициент вариации является величиной, характеризующей дисперсность распределения вещественного состава в рудном теле того или иного месторождения. Как известно, попытки использования коэфициента вариации для решения прикладных задач (например, выбора расстояний между пробами и выработками при опробовании и разведке месторождений) не были достаточно успешными. Густота различных выработок и проб в этом случае значительно превышала принятую и оправданную практикой.

Неудачное использование коэфициента вариации при решении указанных задач объясняется отчасти наличием закономерности в пространственном распределении вещественного состава в рудных телах месторождений, что находится в противоречии с основными положениями вариационной статистики. Кроме того, определение величины самого коэфициента вариации производится неточно по двум причинам: 1) неправильного использования фактического материала, отражающего характер полезного ископаемого; 2) влияния погрешности опробования на значение коэфициента вариации.

1. При определении коэфициента вариации пользуются данными опробования, показывающими распределение полезного компонента. На основании всего собранного материала определяется среднее содержание полезного компонента. Затем определяется отклонение содержания полезного компонента по каждой пробе от математической середины. Последующая обработка полученных отклонений дает возможность определить значение коэфициента вариации v.

Коэфициент вариации будет отражать действительное распределение полезного компонента (разумеется, с некоторой степенью точности), если каждая взятая проба представляет полную мощность рудного тела. Если же опробование производится секционно или интервалами, когда каждая проба характеризует лишь некоторую часть рудного тела по его мощности, то указанная схема не обеспечит достаточно точного определения коэфициента вариации.

В последнем случае коэфициент вариации будет отражать случайное распределение полезного компонента в отдельных участках рудного тела и будет находиться в прямой зависимости от выбранной методики опробования, т. е. от длины отдельной пробы. Таким образом, чем меньше длина отдельной пробы, тем выше (при прочих равных условиях) коэфициент вариации и тем больше он отклоняется от действительного.

Следовательно, для одного и того же месторождения коэфициент вариации может меняться в зависимости от длины проб. Предположим, что длины проб представляют собой бесконечно малую величину. Тогда материал, взятый в пробу, в пределе будет представлен одним минералом. Содержание полезного компонента в пробах достигнет максимального размаха и будет колебаться от 0 в нерудных минералах до максимума в рудных минералах. Абсурдность такого положения очевидна.

Обычно принятая при определении коэфициента вариации варианта (отдельная проба), характеризующая лишь некоторую часть рудного тела по мощности, не является геологической единицей. Геологической единицей будет полная мощность рудного тела или генетического типа руды внутри рудного тела, когда его полная мощность представлена несколькими генетическими типами. Это положение особенно важно, когда генетические типы руд представляют собой различные промышленные сорта и обусловливают раздельную выемку. Автор считает, что при определении коэфициента вариации вариантой может служить лишь геологическая единица. В некоторых случаях (россыпи, вкрапленные руды, руды метасоматического генезиса, постепенно переходящие в пустую породу и т. д.) вариантой будет мощность рудной залежи в пределах промышленной концентрации.

Приняв за отдельную варианту геологическую единицу — мощность рудного тела или часть мощности, представляющую собой отдельный генетический тип руды, — можно указанным способом установить коэфициент вариации v_1, более реально характеризующий распределение полезных компонентов в рудном теле.

2. В процессе опробования размах, отражающий изменчивость компонента в рудном теле, увеличивается за счет погрешности опробования, в результате чего возрастает и коэфициент вариации. Для правильного определения коэфициента вариации $v_{ист}$ необходимо установить *ложный* коэфициент вариации $v_л$, возникший за счет погрешности опробования.

Определить *ложный* коэфициент вариации можно, взяв основные и контрольные пробы (одним способом с одного и того же участка рудного тела), обработанные и анализированные одинаковым методом и в одинаковых условиях. Содержания, полученные по основной и контрольной пробам, должны быть одинаковы (для месторождений с более или менее равномерным распределением полезного компонента). Отклонение содержания по основной пробе от содержания, полученного по контрольной, и будет представлять погрешность опробования. Отклонения, полученные по ряду таких спаренных проб, возводятся в квадрат, суммируются и определяется стандарта:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta x^2}{2n}},$$

где

σ' — стандарта, отражающая дисперсию распределения полезных компонентов, возникшую в результате погрешности опробования,

$\Sigma \Delta x^2$ — сумма квадратов отклонений,

n — количество вариант.

Ложный коэфициент вариации будет равен:

$$v_л = \frac{\sigma'}{c} 100,$$

где

c — математическая середина или среднее содержание полезных компонентов в руде.

Предложенный нами метод определения ложного коэфициента вариации может быть с успехом применен на месторождениях с равномерным распределением полезных компонентов или минералов, несущих полезные компоненты. Кстати сказать, автор согласен с А. А. Глаголевым в том, что равномерность распределения полезного компонента зависит от содержания полезного компонента в руде. На месторождениях с неравномерным распределением полезных компонентов погрешность опробования, (а следовательно, и $v_л$) должна устанавливаться, кроме указанного способа, иногда каким-либо иным (например, сравнением применяемого метода опробования с заведомо «достоверным»).

Истинный коэфициент вариации определяется по формуле:

$$v_{ист} = \sqrt{v_1^2 - v_л^2}. \qquad (1)$$

Нами произведена обработка данных опробования Северо-Карабашского медноколчеданного месторождения (Урал). Для определения коэфициента вариации принятым способом использовано 600 проб. Длина отдельной пробы колеблется в пределах от 0,5 до 2—3 *м*, в среднем около 2 *м*. Эти же данные использованы для определения коэфициента вариации способом, предложенным нами, когда каждый вариант соответствует не отдельной пробе, а полной мощности рудного тела в том или ином его сечении (количество проб в этом случае может колебаться от 1 до n). Данные исследования по определениям коэфициента вариации и расстояний между пробами сведены в таблицу.

При расчетах расстояния между пробами мы пользуемся формулой Д. А. Зенкова [1]

$$l = \frac{p^2}{v^2} L, \qquad (2)$$

где

l — расстояние между пробами,

p — допустимая погрешность при опробовании,

v — коэфициент вариации, [1]

L — длина опробуемой выработки.

Допустимая погрешность p нами принята 5%, что определяет высокую степень точности. В нашем случае L — периметр отдельного эксплоатационного блока, длина которого по простиранию 30 *м*, высота по падению 45 *м* (размеры, приблизительно соответствующие принятым на практике). Таким образом, у нас $L = 150$ *м*. В таблице приведены суммарные данные по 600 рудничным пробам для расчета коэфициента вариации и расстояния между пробами принятым способом. Эти же пробы (за исключением небольшого числа проб, не составляющих полного сечения) использованы для расчета коэфициента вариации и расстояния между пробами предлагаемым способом, причем использовано 171 сечение рудной залежи.

Для выяснения изменчивости коэфициента вариации в разных участках рудной залежи нами был произведен расчет по отдельным участкам, характеризуемым 30 сечениями рудной залежи каждый. Анализ этих участков показал, что коэфициент вариации непостоянен:

[1] В качестве v мы пользовались $v_{ист}$ (формула 1).

Наименование исследуемых участков	Количество проб	Вычислено обычным способом		Количество сечений	Для предлагаемого способа			
					без поправки на погрешность опробования		с поправкой на погрешность опробования	
		v	l		v_1	l	$v_{ист}$	l
Основная жила Дзержинского месторождения и Западная жила Ворошиловского месторождения	600	64,4	1,00	171	33,6	1,8	24,0	6,5
Основная жила Дзержинского месторождения	90	70,5	0,75	30	41,4	2,2	34,1	3,2
Верхние горизонты Западной жилы Ворошиловского месторождения	93	68,9	0,79	31	53,8	1,3	48,4	1,6
Нижние горизонты Западной жилы Ворошиловского месторождения	118	47,4	1,70	30	30,0	4,2	18,6	10,8
Нижние горизонты Западной жилы Ворошиловского месторождения	91	47,6	1,70	30	32,7	3,5	22,7	9,3
Нижние горизонты Западной жилы Ворошиловского месторождения	106	48,4	1,60	30	30,4	4,1	19,3	10,1

наиболее высокий характерен для верхних горизонтов Западной жилы Ворошиловского месторождения при анализе руд на медь. Необходимо отметить, что верхние горизонты не являются характерными по распределению меди в руде, так как: 1) в верхних горизонтах медь, содержащаяся в минералах, частично выщелочена, 2) сказывается влияние супергенных минералов зоны цементации, 3) важным фактором является наличие серноколчеданных руд наряду с маломедистыми.

Так как коэфициент вариации определяется по валовой руде, представленной тем и другим сортом руды, то размах, а следовательно, и коэфициент вариации получаются небольшими. Если отделить серные руды от маломедистых, то коэфициент вариации резко уменьшится. Как видно из таблицы, коэфициент вариации для Основной жилы Дзержинского месторождения также высок, что объясняется двумя обстоятельствами: 1) более неравномерным распределением меди, чем в Западной жиле Ворошиловского месторождения, 2) наличием наряду с медьсодержащим колчеданом отдельных участков, представленных серным колчеданом.

Несмотря на то, что при нашем расчете p и L взяты минимальными, полученные расстояния между пробами значительны и превышают принятые на практике до 3 раз (в среднем более чем в 2 раза).

Из таблицы также явствует, что расстояния между пробами, вычисленные нашим способом, превышают расстояния, вычисленные принятым способом, в 2—6 раз. Таким образом, расстояния между пробами, вычисленные нашим способом, часто приближаются к принятым на практике, иногда (в участках с более равномерным распределением) значительно превышают их.

Анализ полученных данных позволяет ориентировочно принять для медноколчеданных руд типа Основной жилы Дзержинского месторождения расстояние между пробами 3—5 *м*, а для нижних горизонтов медноколчеданных руд Западной жилы Ворошиловского месторождения — 10 *м*.

Полученные выводы подтверждаются расчетом по трем компонентам нескольких месторождений.

Коэфициент вариации, вычисленный предлагаемым способом, вернее отражает действительность и дает возможность более точно определить расстояние между пробами. Таким образом, принятые на практике (далеко не обоснованные) расстояния между пробами могут быть на основании расчета увеличены, что благоприятно отразится на производительности и стоимости опробования.

ЛИТЕРАТУРА

Д. А. Зенков, Руководство по методике рудничной геологии для золоторудных месторождений, ч. I, 1941.