

<https://doi.org/10.51301/ejsu.2022.i4.05>

A method for assessing the reliability of the planned consumer quality of ores with considering the calculated accuracy of their average content

A. Kurmankozhaev*

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: kurmankozhaev_a@mail.ru

Abstract. The method consists in ensuring the reliability of the planned consumer quality of ores by using non-parametric properties of the variation of unevenness, variability and uncertainty of contents, which predetermine the weighted average value of the average, according to which qualimetrically averaged aggregate and frequency integrity of contents is reproduced. The method is based on the concept of reproducing qualimetrically averaged sets of contents, zonal based on the nature of their distribution and the uniformity of their values, using the qualimetric geoinicator property of the modal concentration of ores. The fundamental difference of the method is in achieving the reliability of the planned average grade - "by areas of qualimetrically averaged grades" instead of the traditional one - "by grouped point samples", in which stabilization of the quality of ores is achieved before mining. Based on the results of qualimetric averaging of grades, qualimetric maps are compiled containing geological zones of high-quality and ordinary ores, and ores with modal grades, and consumer quality calculation blocks. In-situ-experimentally confirmed the feasibility of the minimum limits of deviations of the contents of the initial production coming to the processing and processing processes from the planned ones for the extraction sites, achieved when extracting the reserves of the reproduced sites of ordinary, high-quality, high-quality and near-edge ores. Geological and geometric bases are being created for the modernization of the processes of exploration, calculation, preparation and excavation of reserves, the costs of technical averaging are reduced, and losses of metals in mining waste and processing tailings are eliminated.

Keywords: method, quality, qualimetric averaging, deviation, content, stabilization, change, loss, natural experiment.

1. Введение

Широкораспространенные на практике способы среднеарифметического и средневзвешенного определения среднего содержания металла подтверждены более точными и приемлемыми для условия различных месторождениях полезных ископаемых. Однако по настоящее время допускаемые при этом систематические отклонения текущих средних содержаний добытой руды исходной для обогатительно-перерабатывающих процессов от планируемых по выемочным единицам, блокам, рудному телу остаются весьма значительными.

Утверждение о неизбежности этого проблемного факторного положения стало традиционно прижитым в силу отнесения их последствий к природным геологическим погрешностям, которые возникают в связи с неоднородностью рудного массива и стохастичностью статистического поля содержаний полезного ископаемого. Существующие подходы и методы совершенствования формул расчетов ожидаемой точности среднего содержания, фактически не влияют на положительные результаты. Независимо от уровня расчетной точности, отклонения содержаний исходной добычи для обогащения от планируемого по эксплуатационному блоку остаются как правило значительными.

На сегодня для решения проблемы стабилизации качества единственным ставшей традиционными остаются внутризайонные, внутрискладные и прирудничные способы усреднения качества руд после добычи, с приме-

нием технических средств и оборудования, с допущением огромных затрат и потерь руд. В связи с чем, проблема устранения вынужденных затрат на усреднение после добычи, потерь металлов в добытых рудах и хвостах обогатительно-перерабатывающих процессов представляется приоритетным направлением в области освоения рудных ископаемых.

2. Методы и материалы

2.1. Сущность метода

В основу рекомендуемого метода положена концепция использования воспроизведенных зон «обновленного» геолого-качественного состояния запаса для подсчета среднего содержания, основанной на обратный подход к традиционному прямому, при котором используются сгруппированные точечные пробы содержаний в пределах планируемого выемочного блока. Сущность концепции заключается в воспроизведении квалиметрически осредненных совокупностей содержаний, зонально базированных по характеру распространения и однородности их значений с применением квалиметрического геoinдикаторного свойства модальной характеристики рудного ископаемого. Реализация концепции состоит в создании зонированных на уровне наименьших пределов неравномерности и случайной изменчивости содержаний, неоднородности и неопределенности концентрации полезного компонента, подсчетных участков, при которых обеспечиваются достоверность потребительского качества руд-

ных продукций. Подтверждено, что закономерность появления зонированных по характеру распространения и однородности содержаний, упорядоченных на уровне наименьших пределов статистической изменчивости, неравномерности колебаний и неопределенности распространения полезного компонента в пределах поле запаса залежи при его расчленении с применением квалиметрических модальных геоиндикаторов носить геологогенетический характер [1]. В патенте [1] изложена теория воспроизводимости однородных по концентрации, изменчивости и равномерности распространения переменных при квалиметрическом расчленении неоднородной среды с применением модальных геоиндикаторов. Выявлены скрытые геоиндикаторные частотностные и количественные квалиметрические свойства модальной величины переменного и зоны ее концентрации, влияющие на характер распространения и однородности концентрации переменных. Приведено, что в процессе квалиметрического расчленения геологического запаса посредством модальных геоиндикаторов происходит структурная дифференциация статистического поля содержаний металла на зонально выделяемые по уровням абсолютных значений, однородности, концентрации, изменчивости и равномерности их размещения, упорядоченные геологогеометрические зоны в пределах залежи.

Метод заключается в использовании квалиметрических геоиндикаторных критериев планируемого выхода потребительского качества руд по выемочному участку, основанных на непараметрические свойства вариации исходных величин, характеризующих средневзвешенного значения содержания, по которым осуществляются параметризация воспроизведенных совокупностных и частотностных целостностей, координированных по квалиметрически осредненным зонам содержаний. Выявлены скрытые геоиндикаторные частотностные и количественные квалиметрические свойства модальной величины геопеременного и зоны ее концентрации, влияющие на характер распространения и однородности концентрации переменных. Зона влияния модальной величины определена как совокупностная и частотностная целостность носящей генетической геоиндикаторной информации с наибольшей квалиметрической мощностью, для которой свойственны нормальность распределения, наименьшие колебания и неопределенности, наибольшие пределы концентрации и достоверности переменных. Принципиальное отличие метода состоит в воссоздании эффективности условия достижения достоверности планируемого значения среднего содержания - «по зональным участкам квалиметрически осредненных содержаний» взамен от традиционной - «по сгруппированным-точечным пробам», при котором достигаются геолого-эксплуатационная стабилизация качества руд до добычи. На базе их устраняются затраты на техническое усреднение после добычи, и потерь металлов в отходах руд и хвостах обогатительно-перерабатывающих процессов. По результатам анализа процесса квалиметрического расчленения неоднородной среды с применением модальных геоиндикаторов, установлено ранее неизвестная закономерность воспроизводимости устойчивых по совокупностной, частотностной и пространственной целостности в виде выделяемых отдельных инвариантных зон. Выявлено, что в их контурах изменчивость, неопределенность и неравномерность распространения переменных стаби-

лизируются на уровне предельных природных минимумов. Приведены результаты натурно-экспериментального подтверждения выявленной закономерности в условиях железорудного и хромитового месторождений с привлечением фактических данных. Подтверждена закономерность в том, что при квалиметрическом расчленении их запасов устраняются неоднородность, стохастические случайные колебания и неопределенность концентрации содержаний металла. При этом как последствия, повышаются достоверность параметров, точность и стабильность потребительского качества.

2.2. Содержание метода

Достоверность расчетного значения точности потребительского качества руд по эксплуатационному участку оценена путем определения среднего содержания с привлечением средневзвешенной оценки с учетом непараметрических свойств эмпирических частот содержаний, по формуле

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i l_i}{n_f} \quad (1)$$

где f_i – значение i – ой частоты i – го содержания, дол.ед; n_f – сумма частот содержаний по участку, дол.ед.

Точность среднего содержания по формуле (1) проведена путем представления ее как функция равной произведению средних значений (\bar{C}) и их частот (\bar{f}) с учетом геометрической неопределенности границ осреднения (V_s) с привлечением среднеквадратической ошибки этой функции в виде [2,3].

$$M_u = \pm \sqrt{\left(\frac{du}{df}\right)^2 m_f^2 + \left(\frac{du}{dc}\right)^2 m_c^2} \quad (2)$$

Для подсчета частотных произведений использовано выражение

$$\bar{f} \cdot \bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i = \frac{1}{n^2} (f_1 C_1 + f_1 C_1 + \dots + f_n C_n + f_2 C_1 + \dots + f_n C_n) \quad (3)$$

Дифференцируя по переменным этого выражения и при дальнейшем преобразовании получим полный дифференциал функции $u = \bar{f} \cdot \bar{C}$, в виде

$$du = \frac{1}{n^2} [\sum C_i df_1 + \sum C_i df_2 + \dots + \sum C_i df_n + \sum f_i dC_1 + \dots + \sum f_i dC_n] \quad (4)$$

Полагая $d_u = M_u$; $df_1 = df_2 = \dots = \sigma_f$; $dC_i = \sigma_c$ и переходя к среднеквадратическим случайным ошибкам, формула среднеквадратической случайной ошибки функции $u = \bar{f} \cdot \bar{C} (\sum C_i + n \cdot \bar{C}, \sum f_i = n \bar{f})$ получена в виде

$$\begin{cases} M_u = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{C^2 \sigma_f^2 + f^2 \sigma_c^2} \\ M_{u'} = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{C^2 \sigma_f^2 + f^2 \sigma_c^2} \end{cases} \quad (4)$$

Формула общей ошибки определения среднего значения содержания получена с учетом закономерной ее составляющей, выраженной через ковариации связи

содержаний и их частот в виде

$$z_{f,c} = 2\bar{C} \cdot \bar{f} \sum (f_i - \bar{f})(C_i - \bar{C})$$

$$M_{u'} = \frac{S}{\sqrt{n}} \sqrt{C^2 \sigma_f^2 + f^2 \sigma_c^2 + 2\bar{C} \cdot \bar{f} \sum (f_i - \bar{f})(C_i - \bar{C})} \quad (5)$$

Подсчет среднего содержания включает ошибку округления контура осреднения содержаний, возникающей за счет неопределенности его геометрических границ. Оценка этой ошибки выражена в относительной мере как

$$V_s = \frac{\sigma_s}{S'}, \text{ где } S' - \text{ площадь осреднения содержаний.}$$

Следовательно, формулу (5) можно представить окончательно в виде

$$M_{u'} = 100 \sqrt{\frac{1}{n} \left[V_f^2 + V_s^2 + \frac{2}{\bar{f}\bar{C}} \sum (f_i - \bar{f})(C_i - \bar{C}) \right] + V_s^2} \quad (6)$$

Здесь V_f , V_c , V_s – относительные изменчивости частот (f), содержания (c) и площади (S) осреднения содержаний, %; Выражение $V_f^2 + V_s^2 + V_c^2$ – отражает степени влияния случайных составляющих изменчивости этих переменных (f , c , s). Из оценки (6) вытекает, что точность определения среднего содержания зависит прямо пропорционально от вариации абсолютных значений содержаний (V_c) и неравномерности их частот (V_f), геометрической неопределенности контура осреднения содержаний (V_s) и обратнопропорционально количеству проб (n).

Следует вывод, что величины вариации содержаний и их частот, и геометрической границы осреднения содержания являются основными показателями предопределяющих достоверности планируемого качества руд и мало зависит от традиционной расчетной оценки точности среднего их значения.

Показатель вариации абсолютных значений содержаний (V_c) определяется через их отклонения от модальной величины, по оценке

$$V_c = \frac{\sigma_c}{C_{mo}} \quad (7)$$

где σ_c – среднее квадратическое отклонение содержаний ($\sigma_c = \sqrt{\sum_1^n (C_i - C_{mo})^2}$); C_{mo} – модальное значение содержаний, %.

Показатель вариации неравномерности как основная характеристика стабильности размещения содержаний оценивается через среднее квадратическое отклонения эмпирических частот распределения в долях их средней величины, по аналитической оценке

$$V_H = \frac{\sigma_f}{f_{cp}} = \left(\frac{N}{S} \right) \sigma_f \quad (8)$$

где \bar{f}_{cp} , f_{mo} – среднее и модальной значения частот, дол.ед.; f_i – значение частот по i – ому классовому интервалу, дол.ед.; N – общее число частот по изучаемой площади участка (S), дол.ед.;

Геометрическая неопределенность границ осреднения содержаний выражается в виде $V_s = \frac{\sigma_s}{S}$, где S – площадь

рудного контура по выемочному участку (блоку). Оценка σ_s представляет величину отражающей степени извилистости фактического контура руд по выемочному участку, в основном выражаемой через среднее значения их уклонений (t_{cp}). Показатель геометрической неопределенности границ осреднения содержаний с учетом зависимости между длинами геологической (P) и нулевой (P_0) поверхностей руд ($P = P_0 e^{k\Delta t}$), имеет вид [4].

$$V_s = \frac{\sigma_s}{s} = \frac{1.25(P - P_0)}{s} = \frac{1.25P_0}{s} (e^{k\Delta t} - 1) \quad (9)$$

При дальнейшем преобразовании получим

$$\left\{ \begin{array}{l} V_s = \frac{\sigma_s}{P_0} (e^{k\Delta t} - 1) \\ \text{или} \\ V_s = 2.5 \sqrt{\frac{\pi}{s}} (e^{k\Delta t} - 1) \end{array} \right. \quad (10)$$

Оценка σ_s представляет величину отражающей степени отклонений фактического контура руд по выемочному участку от технологической поверхности отработки, выражаемой через среднее значений этих отклонений (\bar{t}_{cp}). Здесь использованы формулы параметров многоугольника как фактической формы контактной окружности также правильного нулевого контура рудной поверхности с учетом их связи.

С учетом теоремы сложности ($V_{об} = V_c + V_H + V_s$) и величины вариации содержаний по зоне концентрации модальной величины (V_{mo}) (как более однородной), формула общей относительной оценки однородности i – го геологического участка получена в виде

$$\bar{V}'_{об} = \frac{100}{V_{mo}} (V_c + V_H + V_s) \quad (11)$$

Результаты анализа (6)-(11) позволяют сделать аналитический выбор и вывод, что показатели средних значений вариации абсолютного среднее квадратическое отклонения (V_c), неравномерности колебаний (V_H) и неопределенности границ осреднения (V_s) содержаний являются основными характеристиками, определяющих достоверности планируемого потребительского качества рудных продукций и связи его с расчетной точностью среднего значения по выемочному участку.

Процесс воспроизводства геологических зон квалитетических осредненных содержаний для подсчета достоверного значения потребительского качества руд включают этапы, на которые:

- воспроизводят совокупностные и частотностные зонально геометризованные целостности инвариантных по характеру распространения и однородности содержаний в поле запаса [1];
- определяют геоиндикаторные критерии квалитетического осреднения содержаний с применением непараметрических свойств исходных величин, предопределяющих

ляющих достоверности планируемого качества руд по выемочному участку;

- выполняют квалитметрическое осреднение содержаний на базе воспроизведенных совокупностных и частотностных целостностей, координированных по выделяемым эксплуатационным участкам с применением квалитметрических геоиндикаторных критериев;
- составляют квалитметрические карты по воспроизведенным геолого-эксплуатационным участкам, содержащие районированные геологические зоны качественных и рядовых руд, и руд с модальными содержаниями, а также часть рядовых руд, превышающих приконтурных и не превосходящих технические условия.

3. Результаты и обсуждение

Натурно-экспериментальные результаты. Натурно-экспериментальная оценка последствий достоверности потребительского качества рудной продукции проведена на базе результатов определения средневзвешенного среднего значения по традиционному способу с прямым привлечением точечных проб, сгруппированных исходя

из планируемых качественных показателей и проектных размеров очистной выемки и рекомендуемому способу по зонам квалитметрически осредненных содержаний полезного компонента. Сводные натурно-экспериментальные результаты оценки достоверности качества рудной продукции через показатели изменчивости, стабильности и точности содержаний по фактическим данным разведки и эксплуатации Геофизического хромитового и Лисаковского железорудного месторождений сведены в таблицы 1 и 2. Квалитметрическое расчленение извлекаемого запаса хромовых руд по месторождению «Геофизическое» проведено по подсчитанным граничным значениям зоны влияния модальной величины ($C_{м.з} = C_{m0} - 0.67\sigma = 49.00 - 0.67 \cdot 5.2 = 45.52\%$; $C_{б.з} = C_{m0} + 0.67\sigma = 49.00 + 0.67 \cdot 7.3 = 52.48\%$) и посредством изоморфных кривых проведенных по их значениям в поле запаса залежи. Всего районированы три геологические зоны высококачественных богатых ($C_i > 52\%$), модосредоточенных качественных ($52\% > C_i > 46\%$) и рядовых смешанных нижекачественных ($C_i < 46\%$) руд (таблица 1).

Таблица 1. Сводные результаты оценки стабильности распространения содержаний через величин вариации неравномерности колебаний ($V_{нр}$), абсолютных отклонений (V_c), неоднородности ($V_{нд}$) их значений, статистической изменчивости (дисперсии, амплитудного размаха) и среднего значения полезного компонента в условиях эксплуатации Геофизического хромитового месторождения

Геоиндикаторные квалитметрические признаки, %	Показатели стабильности распространения содержаний Cr_2O_3			Показатели изменчивости распространения содержаний окиси хрома (Cr_2O_3)			
	Средняя вариация неравномерности колебаний содержаний, $V_{нр}$, ед.	Средняя вариация отклонений содержаний, V_c ед.	Средняя вариация неоднородности содержаний, $V_{нд}$, ед.	Сред. Арифметическое и взвешенное значения содержаний $C_{а.в}/C_{вз}$	Амплитудн. изменчивость содержаний d , %	Дисперсия колебаний содержаний $\sigma^2=D$	Площадь зоны, S , тыс.м ²
Зона высококачественных богатых руд							
$C_i > 52$	6.2(68%)	1.11	1.45	52.0/ 53.6	5.0	2.06/1.45	7.4
Зона модосредоточенных качественных руд							
$46 < C_{moi} < 52$	11.73(94%)	1.0	1.8	49.0/ 48.6	7.0	3.3/1.8	17.0
Зона рядовых смешанных нижекачественных руд							
$C_i < 46$	7.5(62%)	1.23	1.62	43.6/ 43.1	5.0	2.61/1.62	20.0
По рудной залежи							
40÷56	7.8(60%)	1.4	5.2	48.0/ 48.7	15.0	26.8/5.2	28.0

Таблица 2. Сводные натурно-экспериментальные результаты расчёта показателей изменчивости(дисперсии) и точности (среднеквадратической ошибки) определения среднего содержания по геологическим участкам богатых высококачественных, модосредоточенных качественных и рядовых нижекачественных руд в условиях Геофизического хромитового и Лисаковского железорудного месторождения

№	Геологические участки зональных запасов руд	По хромовому Геофизическому месторождению				По железорудному Лисаковскому месторождению			
		Геоиндикат. квалитметрич. признаки, %	Дисперсия, D/σ	Средне-квадратическая ошибка, М	Степень уменьшения ошибки дол. ед./%	Геоиндикат. квалитметрич. признаки, %	Дисперсия, D/σ	Средне-квадратическая ошибка, М	Степень уменьшения ошибки дол. ед./%
1	Участок зонального запаса рядовых нижекачественных руд ($n_1=40$)	$C_i < 46$	2.61/1.62	0.26	1.6/36.0	$C_i < 36.6$ ($n=90$)	11.8/3.4	1.6/36.0	1.3/21%
2	Участок зонального запаса модосредоточенных руд ($n_2=83$)	$46 < C_{moi} < 52$	1.72/1.31	0.14	2.9/70.0	$36.6 < C_{moi} < 46$ ($n=117$)	3.3/1.8	2.9/70.0	2.6/60%
3	Участок зонального запаса богатых высококачественных руд ($n_3=35$)	$C_i > 52$	2.06/1.45	0.24	1.7/41.0	-	-	-	-
4	По базовому геологическому запасу ($N=158$ проб)	46÷52	26.8/5.2	0.41	1.6÷2.5	22÷46 ($N=207$ проб)	45.4/67	0.44	1.3÷2.5

Лисаковское железорудное месторождение. Пологое залегание, глубина 20÷50 м, главный химический компонент – железа (Fe), плотность детальной разведки 40÷60 м, бортовое содержание по железу - 30%, главный залежь месторождения: мощность - 50 м, площадь – 1 400 000 м², общие значения (по месторождения), среднего содержания железа – 42.27%, абсолютной изменчивости (стандарт отклонения) содержания – 12.3 ед. относительной изменчивости – коэффициент вариации содержания железа - 29.1 %. По данным фактических значений содержания Fe составлена статистическая совокупность (N = 207 ед.) и определены статистический ряд частот по классовым интервалам разбиения содержания железа по залежи. Процесс расчленения геологического запаса на зональные рудные участки осуществлена на базе размеров зон влияния модальной величины содержания металла. Оценка среднеквадратической ошибки определения содержания проведена по воспроизведения участков рядовых смешанных нижекачественных, модососредоточенных качественных (высокоинформативных), богатых высококачественных руд, а также по общему запасу залежи. Расчет среднеквадратической ошибки выполнен по значению среднеквадратического отклонения (σ_i) и количество проб (n_i) по изучаемым объектам (таблица 2).

Процесс квалиметрического расчленения геологического запаса с применением модальных геоиндикаторов осуществлен на базе параметров зон концентрации модальной величины содержания металла (C_{m0} , C_{m3} , C_{b3}) с выделением трех однородных участков. Показатели стабильности (V_c , V_n , $V_{нд}$) и изменчивости (D , σ , V) подсчитаны с привлечением формул среднеарифметического и средневзвешенного (1), геометрической неопределенности контура среднего (10) и точности (среднеквадратической ошибки) их определения (6). В качестве объектов их оценки использованы данные воспроизведены участков рядовых смешанных нижекачественных, модососредоточенных качественных высокоинформативных и богатых высококачественных руд, а также общий запас залежи.

Натурно-экспериментальные оценки (таблицы 1, 2) и результаты определения достоверности планируемого потребительского качества руд по данным геологогеометрических совокупностных и частотностных целостностей, оконтуренных в виде зоны концентрации модальной величины содержания представляющей участок высокоинформативных качественных, зоны пониженного ее влияния ($C_i < C_{m0}$) – участок рядовых смешанных нижекачественных и зоны повышенного ее влияния ($C_i < C_{m0}$) – участок богатых высококачественных руд, подтверждают, что:

- величины неравномерности колебаний ($V_{нр}$), неоднородности ($V_{од}$), случайной изменчивости ($V_{сл}$) содержаний, определяющий уровень стабильности распространения их значений, уменьшаются в среднем в условиях Геофизического хромитового на $V_{нр}=1.2\div1.7$, $V_{од}=1.2\div4.0$, $V_{сл}=2.7\div2.2$ раза, Лисаковского железорудного месторождения на $V_{нр}=1.3\div2.0$, $V_{од}=1.2-2.0$, $V_{сл}=1.4-2.5$ раза.
- абсолютная среднеквадратическая изменчивость (σ_c) и амплитудный размах (d_c) содержаний уменьшаются

в среднем по Лисаковскому железорудному $\sigma_c = 1.4\div4.0$, $d_c = 1.5\div3.5$ раза и Геофизическому хромитовому месторождению $\sigma_c = 1.3\div3.5$, $d_c = 2.1\div4.0$ раза.

точность определения среднего содержания по средневзвешенному способу с привлечением частот выше за счет уменьшения изменчивости и неравномерности распространения полезного компонента, чем по арифметическому в 1.3÷1.5 раза. Точность определения потребительского качества рудных продукций повышаются чем при традиционном подходе пропорционально к уменьшению случайной изменчивости и неравномерности колебаний содержаний в условиях эксплуатации Геофизического хромитового, Лисаковского железорудного, и Жайремского полиметаллического месторождений в среднем 1.3÷2.5 раза. При этом абсолютная среднеквадратическая ошибка определения среднего содержания уменьшаются в среднем на 1.4÷4.0 раза (по Геофизическому 1.4÷2.5, Лисаковскому 1.5÷2.3, Жабремскому 1.7÷2.2 разы). Для расчета случайной ошибки определения среднего содержания использована широко распространенная формула, через разности

$$\left(\sigma_{сл} \sqrt{\sum_1^k \frac{(C_i - \bar{C})^2}{k-1}} \right) \text{ и абсолютной среднеквадратической}$$

ошибки – классическая формула $\left(M = \frac{\sigma_c}{n} \right)$ с привлечением среднеквадратического отклонения (σ_c) и количества проб (n).

Геометрическая неопределенность границы геологического участка определена через ошибки оконтуривания совокупности содержаний осредняемый для подсчета среднего их значения по трем воспроизведенным однородным участкам, и установлены уменьшаемость ее по сравнению чем при традиционной практике в среднем на

1.40-1.60 раза. Для расчета принято $\frac{n_z}{n_3} \approx \frac{P_z}{P_2} \approx \frac{L_k}{L_0}$ и эм-

пирические средние значения $\frac{L_k}{L_0} = 1.33$, $V_z = 0.67$ при

$m=0.37$ м подсчитанных по фактическим данным по железорудным и хромитовым месторождениям.

4. Выводы

Раскрыты особенности «скрытых» структурно стабилизированных на уровне предельных минимумов величин неравномерности колебаний, неоднородности, статистической изменчивости и геометрической неопределенности содержаний металла, воспроизведенных зонально инвариантных и однородных геологических участков закономерно возникаемых при квалиметрическом расчленении запаса руд посредством модальных геоиндикаторов.

Установлена и подтверждена обеспечиваемость минимальных пределов отклонений содержаний исходной добычи, поступающих к обогащению перерабатывающим процессам от планируемых по выемочным участкам залежи, достигаемых при выемке запасов воспроизведенных участков рядовых, качественных, высококачественных и приконтурных руд, за счет кото-

рые устраняются недостоверность планируемого потребительского качества рудных продукций при добыче.

Величины неравномерности колебаний (V_{HP}), неоднородности ($V_{од}$), случайной изменчивости ($V_{сл}$) содержаний, определяющий уровень стабильности распространения их значений, уменьшаются в среднем в условиях Геофизического хромитового на $V_{HP} = 1.2 \div 1.7$, $V_{од} = 1.2 \div 4.0$, $V_{сл} = 2.7 \div 2.2$ раза, Лисаковского железорудного месторождения на $V_{HP} = 1.3 \div 2.0$, $V_{од} = 1.2 - 2.0$, $V_{сл} = 1.4 - 2.5$ раза. Точность определения среднего содержания по средневзвешенному способу с привлечением частот за счет уменьшения изменчивости и неравномерности распространения полезного компонента выше, чем по арифметическому в $1.3 \div 1.5$ раза. Достоверность определения потребительского качества рудных продукций повышаются чем при традиционном подходе пропорционально к уменьшению случайной изменчивости и неравномерности колебаний содержаний в условиях эксплуатации Геофизического хромитового, Лисаковского железорудного, и Жайремского полиметаллического месторождений в среднем $1.3 \div 2.5$ раза.

Создаются геологометрические базы выходов потребительского качества руд и модернизации процессов разведки, подсчета, подготовки и выемки запасов твердых ископаемых, устраняются чрезмерные затраты на технические усреднения добытых руд, систематические потери металлов в отходах добычи и хвостах обогатительно-перерабатывающих процессов.

Литература / References

- [1] Kurmankozhaev, A. (2022). Sposob kvalimetrichej podgotovki geologičeskix zapasov tverdogo iskopae-mogo po gorizontam rudnika. *Evrasijskij Patent § 040137*
- [2] Franckij, I.V., Bazanov, G.A. (1975). *Matematičeskaja stati-stika i geometrizaciona mestorozhdenij. Irkutsk: Irkutskij politehničeskij institut*
- [3] Gudkov, V.M., Hlebnikov, A.B. (1990). *Matematičeskaja obra-botka markshejderskogo-geodezicheskih izmerenij. M.: Nedra*
- [4] Kurmankozhaev, A. (2008). *Osnovy kvalimetrii georesursov v zadachah geodezii i markshejderii. Almaty: K.I. Satpaev KazNITU*

Руданың жоспарланылған сапалық өнімінің өлшемдік растылығын орта сапа шамасы тұрғысында анықтау әдісі

А. Курманкожаев*

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

*Корреспонденция үшін автор: kurmankozhaev_a@mail.ru

Андатпа. Әдіс мазмұны сапа көрсеткіштерінің орташақталынған шамаларын анықтайтын және олардың жыйнақтылығымен жиіліктілігінің бірлесулерінің квалиметриялық топтасуын қамтамасыз ететін, параметрлік емес қасиеттері белгілі сапа таралуының әрбағыттылығының, өзгергіштілігінің, белгісізділігінің шамаларының көлем ауытқуларының қасиеттерін пайдалану арқылы негізделінді. Әдістің концепциясы тұрғысында руданың модальдық концентрациясының квалиметриялық геоиндикаторлық қасиеттері арқылы, кен содержанияларының аумақталынып таралуымен біртектістігінің ерекшеліктерін пайдалана отырып, олардың квалиметриялық бірлестірілген жыйнақталуларын жасау негізі туындалынды. Әдістемелік ерекшелігі ретінде, содержаниялардың жоспарланылған орташа мәнін, қалыптасқан топталатын сынамалар пайдалану практикасы емес, олардың квалиметриялық бірлестірілген бөліктері арқылы өлшем растылығын анықталатындығы тұжырымдалынды. Содержаниеларды квалиметриялық бірлестірілудің нәтижелері арқылы, сапалық өнімді өлшеуге арналған қазба бөлектері негізделініп квалиметриялық карталары жасалынды. Квалиметриялық топталатын ортасапалы, сапалы, биіксапалы және шекаралық руда бөліктерін қазу нәтижесінде, өңдеу-байыту процестері арқылы алынатын руда сапаларымен оның кеңістегі анықталынған шамаларының ауытқуының шектелінетіні натуралық эксперимент тұрғысына дәлелденілді. Руда қорларын іздеу, есептеу, дайындау және қазу процестерін жаңартудың геологиялық-геометриялық базасы жасалынды, техникалық руда араластыруға жұмсалатын қаражаттар азайтылынылады, руданы өңдеу-байыту және қазу кезеңдерінде жоғалатын металдар көлемі шектелініледі.

Негізгі сөздер: әдіс, сапа, өлшемдік растырылығы, квалиметриялық сапатеңестіру, ауытқу, сапалық көрсеткіш, тұжырымдау, рудаараластыру, жоғалым, натуралық эксперимент.

Метод оценки достоверности планируемого потребительского качества руд с учетом расчетной точности среднего их содержания

А. Курманкожаев*

Satbayev University, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: kurmankozhaev_a@mail.ru

Аннотация. Метод заключается в обеспечении достоверности планируемого потребительского качества руд путем использования непараметрических свойств вариации неравномерности, изменчивости и неопределенности содержаний, предопределяющих средневзвешенного значения среднего, по которым осуществляется воспроизведение квалитметрически осредненных совокупностей и частотностных целостностей содержаний. Метод основан на концепцию воспроизведения квалитметрически осредненных совокупностей содержаний, зонально базированных по характеру распространения и однородности их значений с применением квалитметрического геоиндикаторного свойства модальной концентрации руд. Принципиальное отличие метода состоит в достижении достоверности планируемого среднего содержания – «по участкам квалитметрически осредненных содержаний» взамен от традиционной – «по сгруппированным-точечным пробам», при котором достигаются стабилизация качества руд до добычи. По результатам квалитметрического осреднения содержаний составляют квалитметрические карты, содержащие геологические зоны качественных и рядовых руд, и руд с модальными содержаниями, и подсчетные блоки потребительского качества. Натурно-экспериментально подтверждена обеспечиваемость минимальных пределов отклонений содержаний исходной добычи, поступающих к обогащению-перерабатывающим процессам от планируемых по выемочным участкам, достигаемых при выемке запасов воспроизведенных участков рядовых, качественных, высококачественных и приконтурных руд. Создаются геологогеометрические базы модернизации процессов разведки, подсчета, подготовки и выемки запасов, сокращаются затраты на техническое усреднение, устраняются потери металлов в отходах добычи и хвостах переработки.

Ключевые слова: метод, качество, квалитметрическое осреднение, отклонение, содержание, стабилизация, воспроизведение, потери, натурный эксперимент.