



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 35261
(51) E21C 41/00 (2006.01)
G01V 9/00 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2019/0637.1

(22) 03.09.2019

(45) 27.08.2021, бюл. №34

(72) Курманкожаев Азимхан

(73) Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

(56) SU 694824, 30.10.1979

RU 2001419 C1, 15.10.1993

RU 2035751 C1, 20.05.1995

KZ 33535 B, 20.03.2019

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ МОДАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПОЛЕЗНОГО КОМПОНЕНТА НА ЗОНАЛЬНОСТЬ РАСЧЛЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

(57) Изобретение относится к области модернизации подсчета запасов твердых ископаемых, в частности с учетом зоны влияния проб.

Способ определения зоны влияния модальной величины полезного компонента на зональность расчленения запасов рудных залежей включает определение зоны влияния проб, определение зональности концентрации полезного компонента, определение однородности качества руд, при этом определяют зоны влияния модальной величины полезного компонента, с помощью графоаналитической связи модальной величины, показатели неоднородности и интервального

значения содержаний рассчитывают квалитметрические граничные величины содержаний, на квалитметрических картах по их значениям проводят изоморфные кривые отображающие геометрические границы зон влияния модальной величины, на базе их выделяют зонально сгруппированные по степени концентрации и изменчивости полезного компонента отдельные совокупности, содержащие модальные, большие и малые значения содержаний, путем сочетания зональности их выделения и степени различий неоднородности интервальных групп содержаний, оцениваемые через дисперсий их значений определяют качественно однородные «участки высококачественных богатых», «участки качественных модососредоточенных», «участки рядовых смешанных руд».

Способ направлен на повышение точности определения среднего содержания и площади подсчитываемых запасов, устранение разниц между планируемыми и фактическими значениями потребительского качества и потерь при обогащении, создании параметрической стабильности и дифференцированности зон качествообразования и теряемых рудных масс. Кроме того, сокращаются затраты на эксплоразведку, формирование и усреднение качественных показателей, времени и трудоемкости выбора направлений развития и способов эксплуатационных разработок.

(19) KZ (13) B (11) 35261

Изобретение относится к области модернизации подсчета запасов твердых ископаемых, в частности с учетом зон влияния проб.

Целью изобретения является повышение точности и параметрической стабильности качественных показателей на уровне расширенных геопространственных потенциалов эксплуатационного содержания подсчитываемых запасов твердых ископаемых.

Проблема раскрытия геопространственных потенциалов скалярного поля содержаний по массиву залежи путем использования различий неоднородности и дисперсионного анализа распределения концентрации полезного компонента изучена ряд исследований. Однако задачи определения зональности распространения содержаний в зависимости от размеров зоны влияния ключевых характеристик полезного компонента при решении задач подсчета запасов почти не изучены.

Известен «Способ геотехнологической дифференциации руд при разведке для выщелачивания» [Патент РФ; № 02092689 МПК E21B 43/28, 10.10.1997]. Способ заключается в осуществлении асептического опробования активности сульфатредуцирующих микроорганизмов, по которым картируют изолинии содержания бактерий, зоны со средней активностью бактерий, утаивают зоны оруднения разного геотехнологического качества.

Однако, уровень концентрации бактерий, как геоиндикатор приемлем для редко встречающихся полезных ископаемых, не привлечены дополни-

тельные критерии для дифференцированного оконтуривания участков разно-
кондиционных руд.

Известен «Способ анализа рудно-минерального сырья» [Патент РФ; № 1476914 МПК С22В 1/ГО, 12.02.1987]. Сущность заключается в осуществлении анализа вычисленных содержаний групп оксидов элементов и определение состава руд с привлечением графических приемов. Используются координатные оси развернутого прямоугольного тетраэдра, на которых, откладывая в разных направлениях сумму основных оксидов, и сумму оксидов щелочных металлов, получают фигуративные точки, характеризующие состав данного сырья.

Однако, определение типа минерального сырья только графическими приемами, без привлечения количественных критериев, недостаточно для обеспечения достоверности.

Известен способ «Способ обнаружения разрывных нарушений» [Патент РФ; № 4760598/25 30.01.1994], включающий отбор проб, анализ их вещественного состава, выделение по результатам анализа индикаторов нарушений, выявление на карте линейных зон расположения индикаторов отличающихся тем, что с целью расширения области применения способа, анализируют пробы на содержание олова (Sn), хрома (Cr) и кобальта (Co), рассчитывают отношения Sn/Cr и Sn/Co, в качестве индикаторов нарушений в фундаменте используют минимальные значения отношений, а нарушений вулканогенного чехла – максимальные.

Однако, микроклин, олово и хром присутствуют не во всех горных породах, соответственно, им присуща узкая область применения в сфере картирования. К тому же, используемые в этих способах индикаторы не раскрыты в части пространственной связи их с другими признаками массива и точности изображения при картировании.

Известен ряд способов графического определения зоны влияния проб. Сущность известного способа «Способ оконтуривания эксплуатационных блоков» заключается в использовании графического построения зависимости содержаний от расстояний в поле залежи [Патент РФ(СССР); № 700850, (51)

М.КЛ.Г. 20.01.1979], при котором размер зоны влияния конкретного содержания принимается равным значению длины расстояния соответствующих к нему по графику зависимости.

Однако в способе отсутствуют аналитические оценки, описывающие использованные зависимости и количественные критерии идентификации целевых представлений, а также привержен к графическим приемом измерений, что влияет на эффективность их применения в различных задачах.

Известен способ графического определения [М.Давид. Геостатистические методы при оценке запасов руд. М., Недра, 1980, 350с. (стр. 84-86)] зоны влияния проб по месторождению путем построения вариограммы изменения дисперсии содержаний в заданном направлении с помощью расстояния. Показана вариограмма построенная по данным железнорудного месторождения, где зона влияния пробы установлена равным 200 футов в заданном направлении с помощью расстояния, начиная с которого вариограмма окончательно выложена.

Однако из-за линейности эмпирических кривых или вариограмм и отсутствия площадных оценок, результаты получаемые части приближенные, кроме того требует многочисленных графических построений и обоснованности их выбора, которые приводит к ошибкам и трудоемким повторениям.

Наиболее близким по техническим результатам является известный способ «Способ определения зон влияния проб» [Патент РФ (СССР) № 694824(51) М.КЛ.ГГОIV 9/00 (53) 21.11.1979], сущность которой сводится к определению зоны влияния пробы определенной концентрации путем проведения горных выработок и секционного опробования рудной залежи с последующим делением суммы длин секций, пересекающих данную зону, на число пересечений этой зоны горными выработками. Вывод формулы определения зон влияния проб базируется на известной в теории вероятностей задаче Бюффона о геометрической вероятности пересечения наугад брошенного отрезка прямой линии с системой линий на плоскости. Предложенный способ рекомендован для использования при выводе среднего содержания и опреде-

лении плотности сети опробования, а также в задачах оконтуривания эксплуатационных блоков.

Однако определения зоны влияния пробы путем деления суммы длин секций на число пересечений данной зоны горными выработками и использование положения о геометрической вероятности для вывода расчетных формул без учета закономерности распространения полезного компонента позволяет получить не точные, а прогнозные результаты. При этом графически привержен определенным трудоемкостям для реализации, в частности задача связанная с геометрическими приемами отображения размеров зоны влияния пробы на поле содержаний запаса путем откладывания его длины вызывает не только ошибки, но и существенные сложности.

Сущность изобретения

Сущность изобретения «Способ определения зоны влияния модальной величины на зональность расчленения подсчитываемых запасов рудных залежей» заключается в определении зоны влияния модальной величины полезного компонента на сгруппированные вокруг нее значения содержаний путем использования свойственных к ней высокоинформативности и минимальности изменчивости при устойчивой определенности концентрации полезного компонента в сочетании свойству воспроизводимости модальной величины в качестве естественного признака деления в двух статистических и геометрических мерах. На основе их разработаны формулы по которым устанавливаются статистические граничные величины, дифференцированных в зависимости от различий степени неоднородности интервальных значений групп содержаний. Геометрические выражения статистических граничных величин осуществляется через изоморфные линии трассируемых по их абсолютным значениям по полю залежи. В силу вышеприведенных свойств модальной величины, и пространственной трансформируемости показателей поля запаса по характеру зональных изменений концентрации содержаний, изоморфные линии расчленяют поля запаса на однородные модососредоточенные качественные, малые по содержанию рядовые и большие – высококачественные зональные запасы.

Теоретическая обоснованность способа определения зоны влияния модальной величины на зональность запасов достигнута в связи с применением фундаментального геологогенетического признака расчленения геологического запаса по зональному характеру и свойствам закономерных изменений концентрации полезных компонентов в поле содержаний залежи. Сущность определения размеров зоны влияния модальной величины полезного компонента на сгруппированные вокруг нее значения содержаний заключается в использовании степени различия мер неоднородности содержаний, приходящихся на модальный (h_{m0}), малые ($h_{м.з}$) и большие ($h_{б.з}$) их интервальные значения, по которым определяются граничные величины полезного компонента статистически разделяющих совокупности содержаний по залежи. Граничные статистические величины содержаний и геометризованная по ним базовая площадь зоны влияния модальной величины устанавливаются дифференцированно через модульный геоиндикатор неоднородности оцениваемый по дисперсиям интервальных значений содержаний.

Создается базовый квалиметрический каркас пространственно-статистической структуры запаса залежи, включающий квалиметрическую единицу расчленения и статистической эталонной оценки групп совокупности содержаний запаса залежи, характеризующих их достоверность и репрезентативность. В качестве квалиметрической операционной единицы расчленения запаса залежи установлена «зона влияния модальной величины» являющейся геоиндикаторным носителем геологической информации и опорным элементом в создании механизма зонального расчленения и ключевых участков распространения содержаний. Величина классового статистического интервала вариационного ряда распределения содержаний использована в качестве статистической эталонной оценки и представляет собой стандартизированной надежной единицей в статистике.

Модульные геоиндикатор неоднородности представляет собой отношение дисперсий содержаний, приходящихся на малые ($\sigma_{м.з}^2$) и большие ($\sigma_{б.з}^2$) их значения к дисперсии по модальному интервалу (σ_{m0}^2)

$$\begin{cases} \Gamma_{\text{м.з.}} = \frac{\sigma_{\text{м.з.}}^2}{\sigma_{\text{м0}}^2} \\ \Gamma_{\text{б.з.}} = \frac{\sigma_{\text{б.з.}}^2}{\sigma_{\text{м0}}^2} \end{cases} \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{м0}}^2$ - дисперсия содержаний в пределах модального интервала; $\sigma_{\text{м.з.}}^2$, $\sigma_{\text{б.з.}}^2$ - значения дисперсии содержаний соответственно в пределах малых и больших их интервальных значений.

Сущность модульного геоиндикатора неоднородности заключается в количественной оценке пространственно-статистического влияния модальной величины на изменение содержаний, сосредоточенных на соседних интервалах. Малые значения модульного геоиндикатора соответствуют случаям когда влияние модальной величины незначительно и колеблется в пределах от нуля до единицы. Максимальное значение его соответствует к случаям, когда $\sigma_{\text{м.з.}}^2 = \sigma_{\text{м0}}^2$ и $\sigma_{\text{б.з.}}^2 = \sigma_{\text{м0}}^2$, что является теоретическим пределом.

Факторное положение, что в этих интервалах сгруппированные значения содержаний и их частот как правило различны и различны их дисперсии, которое является опорным при определении зоны влияния модальной величины полезного компонента. Статистические оценки величин дисперсии и классового интервала распределения содержаний широко распространены во многих применениях и легко подсчитываются по известным формулам статистики. Дисперсия содержаний в пределах модального (σ_w^2) интервала равна произведению частот (w_i) членов с противоположными качествами и характеризует неоднородность этой совокупности $\sigma_w^2 = w_i(1 - w_i)$ [Бондарик Г.К. Основы теории изменчивости инженерно-геологических данных. М., Недра, 1996., 205с].

Связи и взаимозависимость разнородных зон влияния модальной величины с информационно – геологическим потенциалом квалиметрического каркаса базируются на эмпирический подход. Эмпирический подход сводится к установлению многосвязной зависимости между статистическим размером зоны влияния модальной величины и геометрическим ее выражением, базирующемся на свойства проявляемости свойственной модальной величине, в качестве естественного признака деления совокупности содержаний парал-

тельно в пространствах стратиграфических гистограммных и площадных размеренных полей. При этом существенным является пространственная коррелируемость геометрических размерных и статистических качественных характеристик модальной величины, обусловленной структурной системностью формирования параметров гистограммы распределения и поля содержаний по единому контуру запаса залежи.

Статистический размер зоны влияния модальной величины полезного компонента представляет собой амплитудный размах изменения ее размера в зависимости от значений модульного геоиндикатора неоднородности (Γ_i) и интервала ряда распределения содержаний (h). Фактическое значение это величины определяются по формуле

$$\begin{cases} d_{m0} = h + \frac{\sigma_{м.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} h + \frac{\sigma_{б.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} h, \\ d_{m0} = h + \Gamma_{м.з.} * h + \Gamma_{б.з.} * h \end{cases} \quad (2)$$

При минимальных значениях модулей $\Gamma_{м.з.} \rightarrow \min, \Gamma_{б.з.} \rightarrow \min$, статистический размер зоны влияния равен эталонному значению интервала ($d_{m0} = h$) и при значениях $\Gamma_{м.з.} = 1, \Gamma_{б.з.} = 1$, становится максимальным ($d_{m0} = 3h$). Доля модальной площади ($\frac{S_{m0}}{S_0} = \frac{d_{m0}}{d_0}(f_{m0} + f_{м.з.} + f_{б.з.}) > 50\%$) превышает 50% при симметричных видах распределений. Статистический размер зоны влияния определяются отдельно по группам малых и больших содержаний, и почти всегда бывают различными ($d_{м.з.} \neq d_{б.з.}$) в зависимости от степени их неоднородности ($d_{m0} = d_{м.з.} + d_{б.з.}$).

Модельное представление воспроизводимых зональных контуров однородных закономерностей получена в виде зависимости граничных пределов разделения геологического запаса от значений модульного геоиндикатора неоднородности и интервала ряда распределения, которые выражаются в виде конструктивных функций, по которым определяются граничные величины статистического разделения геологического запаса:

$$\begin{cases} C_{M.3} = C_{m0} - \frac{h}{2} - \frac{\sigma_{M.3}^2}{\sigma_{m0}^2} h, & (3) \\ C_{\delta.3} = C_{m0} + \frac{h}{2} + \frac{\sigma_{\delta.3}^2}{\sigma_{m0}^2} h & (4) \end{cases}$$

Граничные величины перехода разнородностей в пределах зон влияния модальной величины содержаний (C_{m0}) на малые ($C_{M.3}$) и большие ($C_{\delta.3}$) их значения согласно формул (3) и (4) определяются дифференцированно в зависимости от модульных геоиндикаторов неоднородностей и величины интервала. В комплексе граничные статистические размеры обеспечивает статистическое деление всей совокупности содержаний, а изоморфные линии – геометрическое разделение площадей разнокачественных групп содержаний.

В силу вышеизложенных свойств модальной величины и в строгом соответствии функциями геологогенетического признака деления поля запаса по зональному характеру и свойствам закономерных изменений концентрации компонентов, проявляются трансформированные зональные изменения абсолютных значений содержаний, тем самым и концентрации, кондиционности и изменчивости их в пространстве запаса залежи. При этом по мере расчленения запаса происходит естественная трансформация базовых значений площади, количество проб и кондиционности, содержаний в поле запасов залежи, которые приводит к проявлению обновленных значений средних, дисперсии, размаха распределения содержаний с определенной закономерностью.

Теоретическая сущность появления зональной закономерности генетично и исходит их ранее неизученных свойств генетичности зоны влияния модальной величины полезного компонента, которая по сущности в отличии от среднего значения и других качествообразующих показателей запасов свойственны только этой величине. К этому свойству зоны влияния модальной величины свойственна естественная геолого – генетическая природа, существование которой связано с генезисом полезных ископаемых и «даровано» самой сущностью появления различных частот геологических содержаний в контуре запасов залежи. Фундаментальный характер имеет естествен-

ное положение, что «зона влияния модальной величины полезного компонента реально отображаемое по залежи как правило с постоянной закономерностью делить всей совокупности содержаний на две упорядоченные площади разделенных по малым и большим значениям содержаний полезного компонента».

Техническим результатом изобретения является повышение точности определения среднего содержания и площади подсчитываемых запасов, устранение разницы между планируемыми и фактическими значениями потребительского качества, и потерь при обогащении, создание параметрической стабильности и дифференцированности зон качествообразования и тереваемых рудных масс. Сокращаются затраты на эксплоразведки, формирование и усреднения качественных показателей, время и трудоемкости выбора направлений развития и способов эксплуатации месторождения.

Способ определения зоны влияния модальной величины полезного компонента на зональность расчленения подсчитываемых запасов рудных залежей соответствует критериям «Новизна». Новизна отличается тем, что зона влияния модальной величины определяются впервые путем использования свойственных к ней высокоинформативности и устойчивости распределения концентрации и незначительности изменчивости значений полезного компонента с учетом различии неоднородностей содержаний сгруппированных по классовым интервалам распределения, на основе которые по разработанным формулам устанавливаются дифференцированные статистические граничные величины, и размеры геометризованной модальной геоиндикаторной площади расчленяющих поля запаса по зональному характеру изменений содержаний на контуры модососредоточенных качественных, малых по содержанию рядовых и больших – высококачественных запасов однородных по руд. В результате повышаются точность выявляемых зональных контуров подсчитываемых запасов и стабильность колебаний концентрации и изменчивости распространения полезного компонента на уровне природных предельных минимумов.

В отличие от аналогичных патентных работ [Патент КЗ №33535 от 21.08.2017, и Патент РФ №700850 от 30.01.1979] в данном патенте для расчленения подсчитываемых запасов рудных залежей используются модульный геоиндикатор неоднородности, оцениваемого как отношение между дисперсиями распространения концентрации полезного компонента по классовым интервалам статистического ряда распределения содержаний, в зависимости от которых посредством разработанных формул устанавливаются граничные статистические величины, обеспечивающие переход к геометрическим выделениям зональных по характеру и свойствам закономерных изменений содержаний. В частности в известном Патенте автора [Патент КЗ №33535 от 21.08.2017] расчленение геологического запаса производится посредством осредненных отношений статистических частот размахов и площадей распределения содержаний, связи которые выведены на основе обобщения принципа пропорциональности без учета зональности распространения содержаний и зоны влияния проб. В патенте [Патент РФ № 700850 от 30.01.1979] зона влияния проб определяется исходя из суммы длин секции опробования и числа пересечения изучаемой зоны горными выработками, не учитываются ее связь с зональностью распределения концентрации полезного компонента и точностью получаемых результатов.

Основные преимущественные отличия зональных характеристик расчлененных запасов по геологическим блокам от показателей традиционных качественных планов:

- объектом изучения является непосредственно признаковая среда геопространственной концентрации металла, при котором используются геоиндикаторные свойства собственно характеристики качества;
- напротив традиционно оконтуривания геологических блоков, через многовариантные интерполяционные линии, носящих стохастический характер и геометрическую неопределенность, зональные геологические блоки оконтуриваются через изоморфные модальные линии и с реальной геометрической определенностью;

- взамен практики выделения геологических блоков только через расчетного значения среднего содержания физически не существующего в натуральном объекте, модальное содержание компонента контурно предопределяется как натуральное значение, функционально заменяет среднего и физически отображается в зональных геологических блоках.

Ключевыми показателями геолого-эксплуатационного содержания зональных расчлененных запасов залежи являются:

1) Выявляемость потенциальных свойств геопространственной информации скалярного геологоразведочного поля, и ранее не обнаруженных зон информационного разнообразия за счет расширения пространственной их характеристик, которые приводят их к сокращению трудоемкости, многократных определений закономерностей, многократного увеличения необоснованных эксплоразведочных скважин и объемов опробования горных выработок, из-за дискретно размещенных множеств разрозненных геологических блоков.

2) Обоснованность контуров деления запасов по зональному характеру изменений содержаний путем использования устойчивости качественных характеристик зоны влияния модальной величины с учетом различий неоднородности содержаний по интервальным группам, в основе которых обеспечены:

- точность определения среднего содержания и площади подсчитываемых запасов, дифференцированность и геометрическая определенность из применительно к эксплуатационным условиям;

- наименьшее колебания величин изменчивости и разницы между планируемыми и фактическими значениями потребительского качества, потерь металла при обогащении.

3) Обеспеченность в контурах зональных запасов параметрической стабильности выходов качества и теряемых рудных масс, а также потенциальными пространствами развития активных площадей для эксплуатационных разработок.

Качественная зональность расчлененных запасов залежи в пределах которые устранены разностепенность уровня кондиционности, и концентрации, а также стохаостичность природной изменчивости содержаний представляет стабилизированного состояния распространения содержаний на уровне наименьших их колебания. Структурная зональность запасов залежи по качественной однородности, концентрации и кондиционной упорядоченности, и геометрической определенностью контуров геологических блоков представляет основу модернизированного каркаса проектирования и развития эксплуатационных пространств, управления качеством, потерями и разубоживания руд. Зональные запасы выделяются исходя из эксплуатационных потенциалов по степени кондиционности качества, характеру определения содержания полезного компонента и геолого – эксплуатационной подготовленности зональных запасов. При этом потенциальная эксплуатационность содержания каждого блока различны и включают следующие:

1) Геологический блок зонально сосредоточенных запасов качественных руд, количества и качества которые оконтурены и подсчитаны, направленно ориентирован для валовой выемки как зона выходов товарного качества руд без обогащения и без их потерь.

2) Геологический блок зонально сосредоточенных запасов рядовых руд, количества и качества которые оконтурены и подсчитаны, направленно ориентирован для комбинированно – селективной выемки как зона выходов исходной добычи для обогащения, основных потерь и разубоживания и техногенных отходов руд при добыче.

3) Геологический блок зонально сгруппированных модососредоточенных руд с высокоинформативными и наименьшей изменчивостью содержаниями полезного компонента, количества и качества которые оконтурены и подсчитаны, направленно ориентирован для создания резервных участков готовых к рисковому спросам рынка как зона без потерь и для усреднительных процессов качества руд.

Пример. Натурно – экспериментальные результаты зонального расчленения запаса залежи Лисаковского железорудного месторождения.

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 – 1400 000 м², среднее содержание железа – 42,27%, абсолютная изменчивость содержаний – 12,3, относительная изменчивость содержаний железа – 29,1%, общий статистический размах ($d_0 = x_{max} - C_{min} = 45,35 - 22,05$) = 23,3%, общее число проб по разведочным скважинам – 180.

Среднее содержание Fe по залежи

$$\bar{C}_{cp} = \frac{\sum n_i C_i}{N} = 42,3\%$$

Среднеквадратическое отклонение (стандарт) по залежи

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^k (C_i - \bar{C})^2}{n - 1}} = 3.6$$

Классовый интервал вариационного ряда – гистограммы распределения содержаний Fe

$$h = \frac{C_{max} - C_{min}}{1 + 3.2 \lg N} = 2,58$$

По данным фактических значений содержаний Fe составлена статистическая совокупность (N=180 ед.) и сводная статистическая таблица классовых разбиений и дисперсий содержаний Fe (таблица 1).

Таблица 1 – Сводные результаты классовых разбиений статистической совокупности скважинных проб и подсчета их дисперсий

№	Границы интервалов	Значение середины	Частота m_i	Частота, ω_i	Дисперсия частиц, $\sigma^2 w$

		интервалов			
1	22.05-24.63	23.34	9	0.08	0.07
2	24.64-27.22	25.93	10	0.15	0.13
3	27.23-32.40	29.81	33	0.03	0.03
4	32.41-34.99	33.7	14	0.08	0.07
5	35.00-37.58	36.29	24	0.12	0.11
6	37.59-40.17	38.88	38	0.021	0.16
7	40.18-42.76	41.47	56	0.31	0.21
8	42.77-45.35	44.06	23	0.13	0.11
			180	1.00	

Значения дисперсии по интервально сгруппированным содержаниям Fe в пределах их распределения подсчитаны по известной формуле статистики через частицы появления содержаний $\sigma_{\omega_i}^2 = \omega_i(1 - \omega_i)$ и приведены в табл. 1.

Процесс расчленения геологического запаса на зональные контуры осуществлен с помощью размеров зон влияния модальной величины полезного компонента на сгруппированные вокруг нее значения содержаний с привлечением формул (1)-(4). Статистические значения параметров зоны влияния модальной величины подсчитаны по фактическим данным приведенных в табл. 1.

Согласно формул (1), (2) получены:

$$\begin{cases} d_{m0} = h(d_l + d_n) = 2,83\% \\ d_{м.з.} = h \left(\frac{\sigma_{м.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} \right) = 1,75\%; \Gamma_{м.з.} = \frac{\sigma_{м.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} = 0,68; \\ d_{б.з.} = h \left(\frac{\sigma_{б.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} \right) = 1,08\%; \Gamma_{б.з.} = \frac{\sigma_{б.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} = 0,42. \end{cases}$$

где $\sigma_{m0}^2 = 0,31$, $\sigma_{м.з.}^2 = 0,21$, $\sigma_{б.з.}^2 = 0,13$, $h=2,58$

По полученным значениям статистических параметров зоны влияния модальной величины (d_{m0}) на малые ($d_{м.з.}$) и большие ($d_{б.з.}$) их значения по формулам (3) и (4) подсчитаны граничные величины статистического разделения поля содержаний запаса ($C_{м.з.}$), ($C_{б.з.}$)

$$\begin{cases} C_{м.з.} = C_{м.з.} - \frac{h}{2} - \Gamma_{м.з.} \cdot h - 41,47 - \frac{2,58}{2} - 0,68 \cdot 2,58 = 38,43, \% \\ C_{б.з.} = C_{м0} + \frac{h}{2} + \Gamma_{м.з.} \cdot h = 41,47 + \frac{2,58}{2} + 0,42 \cdot 2,58 = 43,84, \% \end{cases}$$

Переход от полученных значений граничных величин статистического разделения содержаний к размерным параметрам проведен посредством геометрического признака выражаемой в форме изоморфных линий. Трассирование изоморфных кривых линий в поле запаса залежи осуществлено путем проведения изоморфных кривых по полученным значениям собственно модальной величины ($C_{м0}$) и граничных величин в пределах малых ($C_{м.з.}$) и больших ($C_{б.з.}$) значений содержаний полезного компонента. В результате площадь запаса разделена на три контура зональных запасов рядовых нижекачественных, модососредоточенных качественных и богатых высококачественных руд, однородных по концентрации и изменчивости содержаний железа.

Сравнительная оценка точности подсчета зональных запасов главной железорудной залежи месторождения.

1. Оценка точности определения среднего содержания компонента при подсчете зональных запасов залежи.

Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что среднеквадратическая ошибка переменного показателя функционально зависит от дисперсии ($D = \sigma^2$) изменений его в пространстве залежи. Соответственно, в теории ошибок и практике оценки точности среднеквадратическая ошибка определения содержаний в рудной залежи оцениваются по формулам

$$\begin{cases} M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \text{ при } r \leq 0.5 \\ M = \frac{\sigma}{2n}, \text{ при } r > 0.5 \end{cases} \quad (1)$$

Как видно среднеквадратическая ошибка определения содержаний функционально зависит от дисперсии и в основном предопределяется ее значением. Зависимость между среднеквадратической ошибкой определения содержаний и дисперсией их изменения подтверждена по результатам многих исследований. При этом в результате многочисленных работ и многолетней

практики оценки точности регламентируемых качественных показателей полезных ископаемых установлено, что:

- пространственное размещение полезного компонента в рудной залежи тесно связано с геолого-структурными особенностями месторождения, обладает зональностью в соответствии с установленной закономерностью;
- основной характеристикой распределения полезного компонента в пространстве рудной залежи наряду с зональностью является природная изменчивость – дисперсия σ^2 .

Среднеквадратическая ошибка определения среднего содержания месторождения исходит из закономерной $\sigma_{зк}^2$ и случайной $\sigma_{сл}^2$ составляющих изменчивости.

$$\sigma^2 = \sigma_{зк}^2 + \sigma_{сл}^2 \quad (2)$$

Закономерная составляющая $\sigma_{зк}^2$ зависит от математического ожидания случайной функции и характеризует разброс показателя относительно среднего. Случайная составляющая $\sigma_{сл}^2$ не зависит от величины показателя и тесно связана с генезисом оруденения.

При способе зонального подсчёта запаса пространственное распространение содержаний в геологических блоках, как вытекает из сущности этого способа, приобретает однородный равномерный характер, при котором в общей дисперсии природной изменчивости, доля ее случайной составляющей уменьшаются до своего природного минимума ($\sigma_{сл}^2 \rightarrow \min$), и значение общей дисперсии становится максимально близкий к закономерной составляющей ($\sigma_0 \approx \sigma_{зк}$).

Исследованиями установлено, что между случайной и закономерной составляющими существует зависимость [Пашенков В.З. Закономерность распространения полезных компонентов в рудных залежах. М, Наука, 1986 г., Вилесов Г.М. Геометризация золоторудных месторождений, М., Наука, 1980 г.] в виде

$$\sigma_{сл}^2 = \frac{\sigma^2}{4}, \quad (3)$$

$$\sigma_{зк}^2 = \frac{3}{4} \sigma^2 \quad (4)$$

Следовательно, широко применяемая на практике формула определения среднеквадратической ошибки определения среднего содержания в рудной залежи (1) с учетом (3), (4) будет равной

$$m_{3.6} = \frac{\sigma_{3.6}}{\sqrt{n}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{3}{4}}, \quad (5)$$

Величина ошибки (m) означает, что определенное по данному количеству наблюдений (n) среднее значение содержания (M) не будет отличаться от истинного на величину, большую m , т.е. оно будет находиться в пределах $M \pm m$.

Экспериментальное подтверждение повышения точности определения среднего содержания компонента получена по результатам расчета его значений по фактическим данным Лисаковского месторождения ($\sigma = 3,6, n = 180$) по традиционной формуле (1).

$$M_{\Gamma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3,6}{\sqrt{180}} = 0,26$$

$$M_{3.6} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{3,6}{\sqrt{180}} \sqrt{\frac{3}{4}} = 0,22$$

Следовательно, расчетная величина ошибки определения среднего содержания по данным зонального ($M_{3.6}$) блока за счет сокращения случайной изменчивости содержаний в среднем уменьшаются на 15% по сравнению с тем, что при традиционном определении среднего содержания полезного компонента (M_{Γ}).

При достаточно большом числе скважных проб для оценки абсолютной средней квадратической ошибки среднего содержания полезного компонента с учетом технической погрешности и погрешности аналогии (репрезентативности, представительности) используются известная в статистике формула в виде

$$m_{\bar{c}} = \pm \sqrt{m_{c_{\Gamma}}^2 + m_{c_a}^2}, \quad (6)$$

Среднеквадратическая техническая ошибка определения среднего содержания $m_{c_m}^2$ находится экспериментально. Среднеквадратическая ошибка аналогии в определении среднего содержания равна

$$m_{c_a}^2 = \frac{\sum_1^n l_i (c_i - \bar{c})^2}{\sum_1^n l_i}, \quad (7)$$

где c_i - содержание полезного компонента по i -ой скважине; l_i - размер рудной мощности по i -ой скважине; \bar{c} - среднее значение содержаний по блоку.

Формула (6) при равномерной сети разведочных скважин ($l_i = const$) и если принять величину $m_{c_m}^2 \rightarrow min$, то принимает вид $\sqrt{\frac{\sum l_i (c_i - \bar{c})^2}{l_i}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$; Это означает, что ошибка определения среднего содержания по этим двум формулам (1) и (6) фактически дают одинаковые результаты ($m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$). Следовательно, вывод об уменьшаемости ошибки определения среднего содержания при зональном подсчете запасов является вполне доказанным.

2. Оценка точности определения площади рудного тела при подсчете зональных запасов.

Среднеквадратическая погрешность оконтуривания зависит от среднего размера разведочной сети l и числа пар скважин использованных при построении границ рудного тела $ли$ вычислена по формуле [Гудков В.М. Применение математической статистики при разведке недр, М., 1966].

$$m_{ok} = \frac{1}{6} l^2 \sqrt{n}. \quad (8)$$

При оконтуривании зонального блока числа пар скважин необходимых для трассирования его границ $n_{з.б.}$ существенно мало чем при оконтуривании геологического блока при традиционном подсчете его запаса $n_{т.н.}$, т.е.

$$\Delta_{ok} = 1 \frac{1}{6} l^2 \sqrt{n_2} / \frac{1}{6} l^2 \sqrt{n_3} = \sqrt{\frac{n_2}{n_3}}; \quad (9)$$

При использовании другую формулу определения геометрической погрешности оконтуривания через периметр контура запаса (Р) [Давид М. Геостатистические методы. Л. 1980], уменьшение ошибки составляет

$$n_{ok} = \sqrt{l \frac{P_2}{\pi}} / \sqrt{l \frac{P_3}{\pi}} = \sqrt{\frac{P_2}{P_3}}. \quad (10)$$

Оценка величин уменьшения геометрической погрешности оконтуривания геологического блока при зональном подсчете запаса с привлечением двух этих известных формул дают сравнительно одинаковые результаты ($\frac{n_2}{n_3} \approx \frac{P_2}{P_3}$).

В вышеприведенных формулах оценки геометрической погрешности определения площади рудного тела (8), (10), размеры длины периметра рудного тела и расстояния между скважины используются в качестве исходных величин, предопределяющих основных результатов оценки. Эти величины использованы во многих работах при оценке геометрической изменчивости рудного тела [Гудков, Букринский, Калинин, Кажделю, Низгуретены, Кузьмин]. При этом использованы аналог между отношениями фактической (ломанного) периметра рудного тела к его сглаженному кривому значению и случайной - к закономерной составляющих геометрической изменчивости.

Фундаментальное соотношение между фактической длиной (ломанных) рудных контактов и значением сглаженной кривой, т.е. длины технологической поверхности проведенных вдоль этих контактов исследовано и аналитически выведено в условиях отработки Лисаковского железорудного, Южно – Кемпирсайского хромитового, Карагайлинского, Жайремского и Акжальского полиметаллических, Джетыгаринского асбестового, Краснооктябрьских бокситовых месторождений разрабатываемых открытым способом, Майкаинского золоторудного месторождения разрабатываемые подземным способом. В качестве натурно – экспериментальных данных использованы геологические рудные контуры и положения технологической поверхности отработки рудных залежей, полученных по геологоразведочным и буровзрывным эксплуатационным скважинам, по 12 месторождениям. На их основе были построены единичные горногеометрические выемочные блоки ($N = 1033 \text{ ед.}$) [Курманкожаев А. Основы квалиметрии георесурсов в задачах маркшейдерии. Монография, КазНИНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, 2008 г., 340с.]. Проведенный корреляционно – регрессионный анализ пока-

зал, что зависимость между протяженностями геологической L_k и технологической поверхностей L_o и показателем изменчивости их взаимоуклонения V_t существенно тесная ($R = 0.85 \div 0.95$) и в сущности характеризует поверхности контура рудных тел с точки зрения высоты конфигурации и частоты уклонения контактный геологической поверхности от технологической.

$$L_k = L_o e^{kV_t}, \quad (11)$$

Показатель изменчивости взаимоуклонения технологической поверхности от геологической (V_t) при отработке приконтактных зон определяется по формуле:

$$V_t = \frac{\bar{t}_H}{d_{ин}}, \quad (12)$$

где \bar{t}_H - среднее значение амплитуды взаимоуклонения технологической поверхности от геологической, м; $d_{ин}$ - расстояние между соседними информциями (разведочными скважинами), по которым оконтурена залежь. Величина (V_t) может быть также определена как коэффициента вариации содержаний компонента.

Формула оценки степени уменьшения погрешности оконтуривания зонального запаса по геологическим блокам (10) с учетом (11) принимает вид

$$n_{ок} = \sqrt{\frac{P_2}{P_3}} = \sqrt{\frac{L_k}{L_o}}, \quad (13)$$

В условиях отработки вышеприведенных месторождений эмпирические значения коэффициента "К" табулируются в зависимости от коэффициента вариации и колеблется в пределе от 0,25 до 0,30.

Проведенный расчет по фактическим материалам этих вышеприведенных месторождений черных, цветных и редких металлов с привлечением формулы (13) показал, что погрешность оконтуривания зонального запаса по сравнению чем при традиционной практике уменьшается в пределах от 1,33 до 0,41 раза. Величины L_k/L_o приравнивается к отношению периметров

$$P_2/P_3, \text{ т.е. } n_{ок} = \sqrt{\frac{L_k}{L_o}} = 0,33 \div 0,41.$$

3. Оценка общей точности подсчета зональных запасов залежи.

Сравнительная оценка общей точности подсчета запасов проведен по широко распространенной на практике формулам [Францкий И.В., 1975., Гудков В.М., 1966; и др.], предназначенных к действующему среднеарифметическому способу.

Способ среднего арифметического определяется функцией вида:

$$U = S\bar{m}\bar{c}, \quad (13)$$

где S – общая площадь месторождения или блока; \bar{m} – средняя мощность; \bar{c} – среднее содержание;

Дифференцируя функции $U = S \cdot \bar{m} \cdot \bar{c}$ по переменным вытекающих из составляющих средних значений \bar{m} , \bar{c} в работе их, формула оценки точности подсчета запасов по среднеарифметическому способу получена в рабочем виде (в %):

$$M_u = 100 \sqrt{\frac{1}{n} \left[V_m^2 + V_c^2 + \frac{2}{\bar{m}\bar{c}} \sum (m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c}) \right] + V_S^2}. \quad (14)$$

Здесь V_m, V_c, V_S – относительные колеблемости мощности (m), содержания (c), площади (S) рудного тела, %. Выражение $\frac{2}{\bar{m}\bar{c}} \sum (m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c})$ – отражает степени слияния закономерной составляющей изменчивости мощности и содержания, т.е. при наличии ковариации между ними. Выражение $V_m^2 + V_c^2 + V_S^2$ – отражает степени влияния случайной составляющей изменчивости мощности переменных m, c, S . Выражение $V_S = \frac{\sigma_S}{S'}$ (S' – площадь в пределах нулевого контура рудного тела) – относительная мера отражающая степень ошибки приконтурной площади, дол.ед.

Точность подсчета запаса без учета доли закономерностей составляющей согласно (14) может быть определена выражением

$$m_{сл} = \frac{100}{\sqrt{n}} \sqrt{V_m^2 + V_c^2 + V_S^2 \cdot n}, \quad (15)$$

Отсюда величина повышения точности подсчета зональных запасов по геологическим блокам (Δm) по сравнению чем при традиционном подсчете геологического запаса с учетом (14) и (15) будет равна:

$$(\Delta m) = \frac{M_u - m_{\text{сл}}}{M_u} \cdot 100 = \left(1 - \sqrt{\frac{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n}{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n + \frac{2}{\bar{m}\bar{c}} \sum (m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c})}} \right) \cdot 100\% \quad (16)$$

Экспериментальная проверка степени повышения точности подсчета по этой формуле (16) проведена с привлечением фактических данных месторождения. Для этой цели использованы [Францкий И.В. и др. Математическая статистика и геометризация месторождений, Иркутск. 1976., 210с.] фактические данные участка медной залежи Джекказганского месторождения. На примере фактических значений $V_m^2 = 0,67$, $V_c^2 = 0,37$, $V_s^2 = 0,25$, $\bar{m} = 9,2$, $\bar{c} = 0,96$, $\sum(m_i - \bar{m}) = 3,2$, $\sum(c_i - \bar{c}) = 3,2$ получены:

Общая погрешность подсчета запаса

$$M_u = 100 \sqrt{\frac{1}{6} [0,67 + 0,37 + 0,72] + 0,25^2} = 60\%.$$

Без учета закономерной составляющей погрешность подсчета равна:

$$M_u = \frac{100}{\sqrt{6}} \sqrt{0,82^2 + 0,61^2} = 43\%.$$

С учетом закономерной составляющей имеем:

$$M_u = \frac{100}{\sqrt{6}} \sqrt{0,82^2 + 0,61^2 + \frac{2 \times 3,2}{9,2 \times 0,96}} = 55\%.$$

Следовательно, в условиях этого примера при сокращении случайной составляющей ($m_c \rightarrow \min$) ошибка определения подсчета зонального запаса уменьшается до

$$\Delta m = \left(1 - \sqrt{\frac{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n}{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n + \frac{2}{\bar{m}\bar{c}} \sum (m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c})}} \right) \cdot 100 = 29\% \text{ (т.е. в}$$

1.45 раза).

Результаты проведенной экспериментальной оценки точности подсчета геологического запаса по расчлененным контурам ее зональных частей подтверждают, что величина уменьшения общей ошибки подсчета запаса, колеблется в пределах от 15 до 29% т.е. в пределах от 1,2 до 1,5 раза.

Выводы

Теоретическо – аналитически установлено и экспериментально подтверждено, что абсолютные значения среднеквадратических ошибок определения среднего содержания и площади запаса руды и в целом подсчета зональных запасов по геологическим блокам уменьшается чем при традиционном подходе за счет уменьшаемости в их контурах изменчивости и геометрической неопределенности, а также повышения концентрации полезного компонента, приводящей к сокращению случайных составляющих общей ошибки.

1) Фактическое уменьшение ошибки определения среднего содержания по сравнению чем при традиционном подсчете запасов в основном происходит пропорционально величине сокращения случайных колебаний содержаний в контурах зональных запасов высококачественных, качественных и рядовых руд, и в среднем колеблется в пределах $1,3 \div 1,5$ раза;

2) Уменьшение геометрической погрешности оконтуривания площадей по геологическим блокам происходит за счет зональной дифференциации периметра и размерных параметров, приводящим к сокращению геометрической и интерполяционной неопределенностей их контуров на уровне горно – технических условий разработки месторождения, и в среднем доходить до 1,4 раза по сравнению чем при традиционной практике.

3) Фактическое повышение общей точности подсчета зональных запасов происходящих за счет сокращения случайной составляющей изменчивости и повышения информативности и геометрической определенности показателей зональных запасов по геологическим блокам, которые более существенны в условиях крупных сложно – структурных месторождений и колеблется в пределах от 25 до 29%.

4. Оценка параметрической стабильности зон выходов качества и потерь железных руд по фактическим материалам разведки и добычи Лисаковского железорудного месторождения.

Сводные результаты расчета частот, концентрации и показателей изменчивости распространения железа в зональных запасах геологических блоков приведены в таблицах 3,4. В таблице 3 приведены результаты расчета

значений концентрации и показателей дисперсии, стандарта и коэффициента вариаций распространения железа в зональных запасах геологических блоков, воспроизведенных путем расчленения статистической совокупности распространения содержаний железа по главной залежи Лисаковского железорудного месторождения. (таблица 3).

Таблица 3 – Экспериментальные результаты определения значений концентрации и показателей дисперсии, стандарта, коэффициента вариации по зональным запасам геологических блоков.

№	Геологические блоки	Статистические модальные признаки деления, %	Концентрация распространения железа, ед/м ²	Показатели абсолютной и относительной изменчивости распространения железа		
				дисперсия, σ^2 , ед	стандарт, σ , ед.	коэфф. вариации, V, %
1	Блок зонального запаса рядовых руд с пониженным качеством	$C_i < 38,6$	4,0	43,0	6,67	22,5
2	Блок зонального запаса модососредоточенных качественных руд	$38,6 < C_{mo} < 44,2$	10,0	20,03	4,47	10,3
3	Блок зонального запаса богатых высококачественных руд	$C_i > 44,2$	25,0	0,66	0,81	2,0
4	По геологическому запасу	$\bar{C}_{cp} = 42,27$	3,0	153,85	10,76	25,2

В таблице значения концентрации и показателей изменчивости распространения содержаний железа подсчитаны с привлечением известных формул статистики ($k = \frac{\bar{c}_j}{s_j}, \sigma_j^2 = \frac{\sum(c_j - \bar{c}_j)^2}{n}, V = \frac{\sigma_j}{\bar{c}_j} \cdot 100\%$).

По данным таблицы 3 проведен расчет трансформации базовых значений концентрации и показателей изменчивости распространения железа при зональном расчленении геологического запаса (таблица 4).

Таблица 4 – Фактические диапазоны уменьшения дисперсии, стандарта, коэффициента вариации распространения железа по зональным поблочным запасам руд.

№	Геологические блоки зональных запасов руд	Статистические признаки деления геол. запаса, %	Концентрация распространения железа повышена в порядке 1,3÷8,2 раза	Показатели изменчивости железа уменьшены:		
				Дисперсия уменьшена в порядке более 2,6 раза	стандарт, уменьшен в порядке 1,2÷13,2 раза	Коэф. вариации, уменьшен в порядке 1,1÷12,6 раза
1	Блок зонального запаса рядовых руд с пониженным качеством	$C_p < 38,6$	1.3	2.6	1.2	1.1
2	Блок зонального запаса модососредоточенных качественных	$38.6 < C_{m0} < 44.2$	3.3	5.6	2.4	2.3

	руд					
3	Блок зонального запаса богатых высококачественных руд	$C_k > 44.2$	8.2	>100	13.2	12.6
4	По геологическому запасу	25.5 – 45.4	$K_0=3$	σ_0^2 = 113.1	$\sigma_0 = 10.7$	V_0 = 25.1

В таблице оценка степени повышаемости концентрации распространения железа по зональным запасам геологических блоков проведена в долях ее значения по базовому геологическому запасу $\left(\gamma_k = \frac{K_j}{K_0}\right)$, аналогично уменьшаемости показателей изменчивости железа (σ^2, σ, V) – в долях их значения по геологическому запасу $\left(\gamma_{\sigma^2} = \left(\frac{\sigma_0^2}{\sigma_j^2}\right), \gamma_{\sigma} = \left(\frac{\sigma_j}{\sigma_0}\right), \gamma_V = \left(\frac{V_j}{V_0}\right)\right)$.

Результаты расчета трансформации базовых значений концентрации и показателей изменчивости (таблица 4) с достаточной полнотой подтверждают о повышаемости концентрации железа и уменьшаемости показателя изменчивости распространения железа по зональным запасам главной залежи. Общая закономерная тенденция убывания колебаний уровня концентрации и дисперсии изменчивости распространения полезного компонента по мере уменьшения модальной величины и среднего содержания изложена в разных предыдущих работах автора [Kurmankozhayev A.K. The structural empirical estimate of the distribution of quality of minerals. 34-th International Geological Congress (IGS); Australia, Brisbane, 2012, 6 st., патент KZ № 33535 от 21.08.2017]

Выводы:

Параметрическая стабильность зональных запасов по залежи железных руд Лисаковского месторождения подтверждена по следующим экспериментальным результатам.

1) Базовые природные значения концентрации распространения железа по геологическому запасу дифференцируются в возрастающем порядке на уровне повышения в пределах от 1,3 до 8,2 раза по трем геологическим блокам: по зональному запасу рядовых по качеству руд - 1,3 раза, модососредоточенных качественных руд – 3,3 раза, богатых высококачественных руд – 8,2 раза.

2) Базовые природные значения показателей изменчивости распространения железа по геологическому запасу дифференцируются в убывающем порядке с закономерной устойчивостью на уровне уменьшения в пределах от $1,2 \div 13,2$ раза по трем геологическим блокам.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ определения зоны влияния модальной величины полезного компонента на зональность расчленения запасов рудных залежей включающий определение зоны влияния проб, определение зональности концентрации полезного компонента, определение однородности качества руд, *отличающийся* тем, что определяют зоны влияния модальной величины полезного компонента, с помощью графоаналитической связи модальной величины, показатели неоднородности и интервального значения содержаний рассчитывают квалитметрические граничные величины содержаний, на квалитметрических картах по их

значениям проводят изоморфные кривые отображающие геометрические границы зон влияния модальной величины, на базе их выделяют зонально сгруппированные по степени концентрации и изменчивости полезного компонента отдельные совокупности, содержащие модальные, большие и малые значения содержаний, путем сочетания зональности их выделения и степени различий неоднородности интервальных групп содержаний, оцениваемые через дисперсий их значений определяют качественно однородные «участки высококачественных богатых», «участки качественных модососредоточенных», «участки рядовых смешанных руд».