

УДК 622.142.5:528.02(043)

На правах рукописи



АУКАЖИЕВА ЖАНАР МУРАТОВНА

**Оценка формирования параметров распространения
качественных признаков полезных ископаемых при геометризации**

25.00.16 – Горно-промышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика,
маркшейдерское дело и геометрия недр

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом
университете имени К.И. Сатпаева

Научный руководитель	академик НАЕН РК, доктор технических наук, профессор Курманкожаев А.
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Касымканова Х. М. кандидат технических наук, доцент Калмуратов Е.Б.
Ведущая организация	Карагандинский государственный технический университет

Защита состоится 22 сентября 2010г. в 14.30 на заседании диссертационного совета Д 14.61.23 в Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул.Сатпаева, 22, ауд. 252 (ГМК). Телефон: 8(7272) 577156, факс: 8(7272) 926437

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, корпус ГМК.

Автореферат разослан ____ 2010 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, профессор



Ж.Д. Байгурын

Введение

Актуальность темы. Одной из важнейших проблем производства в условиях рыночных отношений является рациональное использование недр с учетом качества и полноты извлечения полезных ископаемых при их добыче и переработке. В настоящее время эффективность многочисленных методов и моделей по управлению качеством и потерями руд по выемочным единицам достигает минимума из-за погрешностей, допускаемых при оценках их уровня.

Традиционные методы оценки формирования параметров распространения признаков полезных ископаемых часто не удовлетворяют требованиям горного производства с применением высокопроизводительной техники и технологии. Все это обуславливает необходимость поиска новых научных подходов и методов маркшейдерского обеспечения, использование которых позволило бы учесть многообразие факторов, признаков и особенностей экономических отношений в условиях современного развития горно-рудного производства. Поэтому необходимость совершенствования методики оценки формирования параметров распространения признаков полезных ископаемых на основе использования прогрессивных методов и моделей, отвечающей современным требованиям информационного развития производств и конкурентоспособности их продукции, делает данную научно-техническую задачу актуальной, имеющей важное экономическое значение.

Тема диссертации связана с научно-исследовательскими работами, проведенными при непосредственном участии автора в 2004-2010 гг. в соответствии с планами НИР КазНТУ им. К. И. Сатпаева по программ фундаментальных исследований «Создание квалиметрической основы теории регулирования и аналитической системы оценки качества продукции недропользования» 699.Ф.06/10 (2007-2009 гг), по научно-технической программе «Технологии для углеводородного и горно-металлургического секторов и связанных с ними сервисных отраслей» НТП №723 УГМ.09 (2009-2011 гг).

Целью работы является разработка эффективной методики оценки формирования параметров распространения качественных признаков полезных ископаемых, отвечающей современным требованиям предъявляемым маркшейдерскому обеспечению эксплуатации недр.

Идея работы заключается в использовании закономерностей и математических моделей распределения признаков полезных ископаемых с привлечением результатов геолого-геометрического, вероятностно-статистического и информационного анализов для повышения эффективности формирования параметров качественных показателей.

Для достижения цели в диссертации решены следующие **основные задачи**:

- выбор теоретической модели оценки распределения маркшейдерских угловых измерений, с учетом закономерностей их эмпирических распределений;

- разработка эффективной методики оценки статистического окна сглаживания при геометризации месторождения;
- обоснование способа оценки выходов непромышленных типов рудных масс с учетом их пространственного распределения по залежам.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- впервые обоснована приемлемость теоретического распределения Мизеса для оценки и описания эмпирических распределений маркшейдерских угловых измерений;
- разработана методика определения реального значения величины окна сглаживания впервые с привлечением показателей пространственного распространения признаков полезных ископаемых и точностных характеристик измерений;
- разработан способ определения выходов бедных, убогих руд и внутрирудных включений с учетом особенностей геометрии их распространения по залежам сложного строения.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

1 Теоретическое распределение Мизеса является наиболее приемлемой для оценки эмпирических распределений маркшейдерских угловых измерений, позволяющий повысить достоверность определения параметров геометризации полезных ископаемых.

2 Достоверность и эффективность оценки величины статистического окна сглаживания по рекомендуемой методике обеспечиваются за счет привлечения показателей меры точности измерений и критериев оптимальности.

3 Способ определения выходов непромышленных типов руд и внутрирудных включений на основе учета особенностей геометрии их распределения по залежи обеспечивает требуемой точности и дифференцированности результатов при их использовании.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается результатами использования методики оценки статистического сглаживания и способа определения выходов природных непромышленных типов рудных залежей, сходимостью выбранных теоретических распределений с эмпирическими распределениями признаков полезных ископаемых.

Личный вклад автора состоит в аналитическом обзоре существующих теоретических вероятностных распределений, в разработке методики оценки среднего значения статистического окна сглаживания, в оценке пространственного распределения природных типов рудных масс с использованием квалитетического метода.

Практическая ценность работы состоит в обосновании приемлемости теоретического распределения Мизеса для оценки и описания эмпирических распределений совокупности маркшейдерско-геодезических угловых измерений, разработке методики определения реального значения окна сглаживания, приемлемости показателей меры точности измерений и критериев оптимальности и способа определения выходов бедных, убогих руд и внутрирудных включений при добыче.

Методы исследований. В работе использован комплексный метод исследований, включающий: методы теории оценки качественных показателей, теории ошибок, методы теории вероятностей, геометрии недр и математической статистики, информационный и горно-геометрические анализы.

Реализация результатов работы. Результаты выполненных исследований рекомендуется использовать на проектируемых и действующих горных предприятиях, ведущих разработку сложно структурных и разнокачественных по составу месторождений, что позволяет повысить уровень полноты извлечения полезных ископаемых. Ожидаемый расчетный экономический эффект в условиях Васильковского горно-обогатительного комбината составляет 70 млн. тенге.

Апробация работы. Основные научные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международном симпозиуме, посвященном 100-летию со дня рождения К.И. Сатпаева (Алматы, 1999 г.); международной научно-практической конференции «Горное дело, геология и металлургия» (Алматы, 2000 г.); международной конференции «Молодые ученые 10-летию независимости Казахстана» (Алматы, 2001 г.); Международной научно-практической конференции посвященной 100-летию со дня рождения А.Машанова (Алматы, 2006 г.); международной научно-практической конференции «Научно-технические, духовные ценности в наследии мыслителей Востока и А.Машани» (Алматы, 2007 г.).

Публикации. Основное содержание диссертации и результаты исследований опубликованы в виде 9 научных трудов, из них 5 в научных изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников из 100 наименований, изложена на 120 страницах компьютерного набора, содержит 16 таблиц, 6 рисунков.

Основная часть

Проблема рационального освоения и использования недр заключается в необходимости повышения качества руд и уменьшения потерь полезного ископаемого. Решению проблемы посвящены труды зарубежных и отечественных ученых Д.А. Казаковского, Я.М. Адигамова, П.И. Рыжова, И.Н. Ушакова, А.Н. Омельченко, А. Курманкожаева, С.В. Цоя, Г.Г. Ломоносова, В.Р. Рахимова, В.Н. Попова, В.А. Гордеева, В.В. Руденко, Ф.К. Низаметдинова, Г.Г. Поклада, П.С. Шпакова, Б.П. Голубко, А.Ж. Машанова, Ж.Д. Байгурина, Т.П. Пентаева, К.М. Макетова и многих других.

Изучена проблема оценки вероятности статистического распределения признаков полезных ископаемых и выбора теоретического распределения вероятностей, описывающих распределения маркшейдерских угловых измерений, что имеет как теоретическое, так и прикладное значение. Раскрыта

сущность распределения Вейбулла для оценки распределений признаков полезных ископаемых, которое обладает очень широким диапазоном действия и может быть использовано для описания распределений с правой и левой асимметрией и симметричных друг другу. При значении коэффициента около 30% распределение Вейбулла по форме кривой плотности совпадает с нормальным. При коэффициентах вариации около 100% распределение Вейбулла имеет сходимость с гамма-распределением.

Из анализа статистических характеристик распределения угловых измерений вытекает, что важной проблемной задачей при проведении маркшейдерских работ сегодня является обоснование рациональных законов распределения, наилучшим образом описывающих значения угловых измерений. В связи с этим необходимо разработать рабочие формулы оценки распределений угловых измерений и их статистических характеристик для различных условий маркшейдерских измерений, проводимых по неоднородным объектам георесурсов.

Нами выбрано теоретическое распределение Мизеса, которое является основным распределением для оценки эмпирических совокупностей угловых измерений.

Плотность функции распределения Мизеса имеет вид

$$g(\theta / \mu k) = \frac{1}{2\pi I_0(k)} \exp\{k \cos(\theta - \mu)\} \quad |\mu| < \infty, k > 0, \quad (1)$$

где $I_0(k)$ – модифицированная функция Бесселя первого рода и нулевого порядка:

$$I_0(k) = \frac{1}{2\pi \int_0^{2\pi} \exp\{k \cos \theta\} d\theta} = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{(r!)^2} \left(\frac{k}{2}\right)^{2r}. \quad (2)$$

Здесь параметр μ – круговое среднее направление угла ϑ ; параметр k можно рассматривать как характеристику концентрации распределения в окрестности.

Из формулы (1) вытекает, что $g(\mu, k)$ при $k=0$ превращается в равномерное распределение. Если $k \rightarrow 0$, то плотность распределения $g(\mu, k)$ совпадает (с точностью до членов порядка k^2) с кардиоидным распределением (при $\Theta_0 = \mu$).

Характерной является связь распределения Мизеса с двумерным нормальным распределением. При X и Y – независимые, подчиняющиеся распределениям $g(\cos \mu, 1/k)$ и $g(\sin \mu, 1/k)$, и соответственно $X = R \cos \vartheta$ и $Y = R \sin \vartheta$. Тогда имеем

$$f(r, \theta) = cont \times r \exp\left\{-\frac{k}{2} [r^2 - 2r \cos(\theta - \mu)]\right\}. \quad (3)$$

Исходя из этого условное распределение при $R = 1$ есть $g(x, k)$.

Связи распределения Мизеса с другими распределениями, а также его свойства ясно указывают на то, что параметр μ аналогичен на среднее

значение, а параметр $1/k$ в случае распределения Мизеса играет ту же роль, что и дисперсия σ^2 в случае нормального распределения. При $k=0$ распределение превращается в равномерное, а при больших значениях оно сконцентрировано около μ , поэтому его часто называют параметром концентрации.

Распределение Мизеса можно рассматривать как намотанное распределение, так как они хорошо аппроксимируют друг друга при подходящем выборе параметров. Соотношение их параметров можно получить, приравняв соответствующие первые тригонометрические моменты. В частности, из формулы $\rho = \exp\{-\sigma^2/2\}$ получаем $\exp\left\{-\frac{1}{2}\sigma^2\right\} = A(K)$. Если $K \rightarrow 0$, то $\sigma \rightarrow \infty$ и оба распределения стремятся к одному и тому же вырожденному распределению. Полученные численные оценки различных этих распределений показывают, что они близки и при умеренных значениях K .

Распределение Мизеса определяется двумя параметрами и так же, как и нормальное распределение, на прямой $\varphi_1(\mu, \sigma^2)$ зависит от μ и σ^2 , которые не являются функциональными зависимыми от параметров нормального распределения.

Кроме того, как и нормальное, распределение Мизеса характеризуется наиболее правдоподобной оценкой для параметра сдвига и свойством максимизации при заданных круговых направлениях и дисперсии. Распределение Мизеса в отличие от намотанного нормального приводит к более удобным выборочным распределениям в задачах проверки гипотез, и оценки максимального правдоподобия выглядят проще.

Таким образом, теоретическое распределение Мизеса применимо для оценки угловых измерений, отличается универсальной аппроксимационной мощностью и тесно связано с основными законами распределения вероятностей.

Предложена методика оценки среднего статистического окна сглаживания при геометризации месторождения. Допустим, что на плоскости с координатами x и y заданы значения непрерывной скалярной переменной u , причем

$$u = f(x, y) + \varepsilon, \quad (4)$$

где $f(x, y)$ — функция координат; ε — случайная переменная, в некоторых задачах — случайная функция координат.

В целом такая модель именуется моделью аддитивного случайного поля. Требуется дать оценку функции $f(x, y)$ при известных предположениях относительно ε или, напротив, описать случайную часть поля ε при некоторых предположениях относительно $f(x, y)$.

Основные задачи, в решении которых используются операции сглаживания, можно условно разделить на четыре типа:

- выделение общих закономерностей, отражающих те или иные особенности геологического строения или геологической истории района;
- сопоставление нескольких полей по совпадению или различию их общих закономерностей;

- выделение локальных (остаточных) аномалий как разности измеренного и сглаженного поля;
- специфическая задача, возникающая при оценке месторождений.

Для разных вариантов возможных реализаций при одном и том же размере окна получают ряд значений ошибок, из которых вычисляют среднюю арифметическую и изменение коэффициента вариации содержания металла по простиранию рудного тела (рисунок 1).

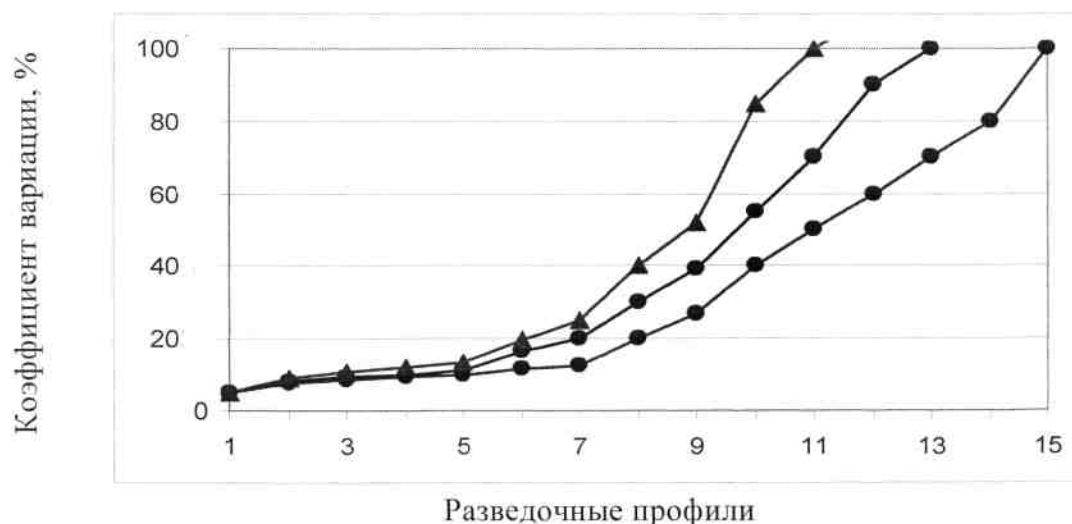


Рисунок 1- Характер изменения коэффициента вариации содержаний свинца по профилям Карагайлинского месторождения

Экспериментальные исследования дали возможность сделать следующие выводы:

1) Среднеквадратическая ошибка реализаций изменяется от некоторого минимума до некоторого максимума.

2) По мере увеличения размера (площади) статистического окна кривая средних ошибок среднеквадратичных отклонений изменяется неравномерно.

3) На кривой выделяются участки с незначительным изменением ошибок реализаций при увеличении площади сглаживания. Следовательно, малая величина окна не увеличивает точности определения средних значений качественного показателя для выявления основных закономерностей его размещения.

4) С увеличением площади сглаживания разброс ошибок реализаций увеличивается. Однако в случае сглаживания площади статистическим окном размером 50x75 м разброс ошибок наименьший, поэтому окно данного размера является достаточным при сглаживании качественного показателя для данного месторождения.

5) Размер статистического окна сглаживания качественного показателя по площади следует устанавливать в каждом конкретном случае в зависимости от требуемой точности построения изолиний среднего содержания.

б) Использование электронной цифровой вычислительной машины позволяет во много раз сократить время на вычислительные операции и исследовать все возможные варианты сглаживания качественного показателя по площади.

Ураганными являются содержания, которые приводят к завышению выборочного среднего по сравнению с истинным средним $M(c)$ независимо от абсолютной величины остальных входящих в выборку содержаний. Поскольку ураганные содержания могут быть различными по величине, границу между ними и рядовыми содержаниями следует выбирать так, чтобы она позволяла отделить наибольшее из рядовых содержаний от наименьшего ураганного. Это условие будет выполняться только в том случае, когда в качестве границы (порога) H принимается такое значение содержания, которое приводит к равенству выборочного и истинного среднего при условии, что, кроме значения порога, все остальные содержания в выборке являются наименьшими для данного участка месторождения.

Формула определения величины порога имеет вид

$$H_n^K = \frac{nM(c) - (n - K)C_{\min}}{K}, \quad (5)$$

где $M(c)$ — истинное среднее (математическое ожидание); C_{\min} — наименьшее содержание в рассматриваемом объеме недр; K — количество ураганных проб в разведочной выборке.

О среднем по выборке, не содержащей ураганных проб, можно вынести только одно суждение: оно наиболее вероятно, т. е. является модальным средним $M_0(c)$; если же известно, что в рассматриваемой выборке присутствуют ураганные пробы, то тем самым достоверно подтверждается, что это среднее значительно превышает истинное, и модальное среднее $M_0(c)$.

Аналитическая оценка определения реального среднего окна сглаживания значений изучаемого показателя представлена в виде:

$$J_{c21} = 6 \cdot t \cdot h = \frac{6}{\sigma_n \sqrt{\pi}} \cdot t, \quad (6)$$

где σ_n — среднеквадратическое отклонение нормально распределенной случайной величины; t — коэффициент уровня значимости информационного риска допущения ошибки.

Величина h является характеристикой точности произведенных измерений. В теории ошибок она выводится через среднеквадратическое отклонение σ_n нормальных распределений случайной величины и подсчитывается по формуле

$$h = \frac{1}{\sigma_n \sqrt{2}}. \quad (7)$$

В зависимости от задаваемой вероятности P^* (от 0,50 до 0,995) величина t_b колеблется от 0 до 2,60.

Предположим, что совокупность показателей представляет собой последовательность независимых друг от друга и однородных случайных величин с одинаковым среднеквадратическим отклонением (σ) и математическим ожиданием, равным нулю ($M(x)=0$). Обозначим эту последовательность через $x_1; x_2 \dots x_i \dots x_{n-1}; x_n$.

Вычислим скользящие средние из пяти значений показателя с шагом скольжения, равным одному из его значений:

$$x_{1,c} = \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{5}, \quad x_{2,c} = \frac{\sum_{i=2}^6 x_i}{5}, \dots, x_{i,c} = \frac{\sum_{i=i-4}^{i+4} x_i}{5}, \dots, x_{n-4} = \frac{\sum_{i=n-4}^n x_i}{5}.$$

На первом этапе проведем теоретический расчет связи с помощью коэффициентов корреляции.

Определим коэффициенты корреляции, например, между первым значением скользящей средней ($x_{1,c}$) и остальными значениями по формуле

$$r_{1,i} = \frac{M(x_{1,c} \cdot x_{i,c})}{\sigma_{1,c} \cdot \sigma_{i,c}}, \quad (8)$$

где $r_{1,i}$ - искомый коэффициент корреляции; $M(x_{1,c} \cdot x_{i,c})$ - математическое ожидание величины $x_{1,c}$; $\sigma_{1,c} = \sigma_{i,c}$ - среднеквадратические отклонения.

Используя теорему о математическом ожидании суммы, найдем

$$M \left\{ \frac{\sum_{i=2}^5 x_i^2 + \sum_{i=5, j=6}^{i=1, j=2} x_i x_j}{25} \right\} = \frac{1}{25} \left\{ M \sum_{i=2}^5 x_i^2 + M \sum_{i=5, j=6}^{i=1, j=2} x_i x_j \right\}.$$

Ввиду того, что x_i, x_j независимы, $M \sum_{i=1, j=2}^{i=5, j=6} x_i x_j = 0$ и

$$M \sum_{i=2}^5 x_i^2 = \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + \sigma_5^2 = 4\sigma^2. \quad (9)$$

Таким образом, числитель выражения равен $\frac{4}{25}\sigma^2$. Поскольку в знаменателе

$$\sigma_{x_{1,c}} = \sigma_{x_{2,c}} = \frac{\sigma}{\sqrt{5}}, \text{ то } r_{12} = \frac{\frac{4}{25}\sigma^2}{\frac{\sigma^2}{5}} = 0,8. \quad (10)$$

Критерии оптимальности установленного реального среднего статистического окна сглаживания основаны:

- на уменьшении корреляции между первыми значениями средней и остальными значениями $\frac{\eta_k}{\eta_1} < 0,5$;

- на минимизации содержания величины среднего первых последовательных разностей и амплитудной изменчивости (размах) распространения (d) показателей $\frac{\Delta_1^1}{d} \rightarrow \min$.

Первый критерий $I_{czt} \rightarrow I_{omt}$, при $\frac{\tau_k}{\tau_1} \leq 0,5$. Второй критерий $I_{omt} \rightarrow I_{czt}$, при $\frac{\Delta_1}{d} \leq 0,20$.

Обоснован способ оценки выходов непромышленных типов рудных масс с учетом их пространственного распространения по залежам. Работы в этом направлении, в основу которых положен принцип оценки пространственной изменчивости геологических признаков, с учетом метода геометрии недр. При этом следует учесть, что в настоящее время методы геометрии недр в сочетании с вероятностно-статистическими методами и методами теории случайных функций и алгоритмизации используются для решения многих задач почти на всех стадиях освоения месторождения.

Способы оценки качества и выходов различных непромышленных типов рудных масс выбраны на основе использования геолого-геометрических и горно-технологических зависимостей качественных показателей добычи, и отходаобразования руд с учетом показателей конечной продукции.

Способ оценки выходов качества непромышленных бедных и некондиционных рудных масс предусматривает применение расчетных формул, выводимых с привлечением качества погашаемого запаса руд, некондиционных вмещающих горных масс и количества засоряющих пустых пород:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{\delta p} = \frac{1 - \kappa B_T \left(\frac{\epsilon}{C_{\delta}} \right)}{1 + \kappa B_T} \\ \Gamma_{H.P} = \frac{1}{1 + A} \left(1 + \frac{B_T A_1}{C_{\delta}} \right) \end{array} \right. \quad (12)$$

где $(\Gamma_{\delta p})$, $(\Gamma_{H.P})$ – соответственно оценочные критерии выходов качества бедных руд и некондиционных рудных масс, доли ед.; $A_1 = \frac{0,01(R_0 - R)(1 - 0,01\Pi)}{0,01\Pi(1 - 0,01R)}$.

Использование функций плотности гамма - распределения $f(C_{\phi,\delta} \cdot dC_{\phi,\delta})$ позволяет получить оценки для определения качества и количества объемов бедных (или убогих) типов руд:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{\delta o\delta} = \frac{C - \frac{C}{b} \Gamma(a; z)}{V_{\delta o\delta}} \\ C_{\delta e\delta} = \frac{\frac{C}{b} \Gamma(a; z)}{V_{\delta e\delta}} \end{array} \right. \quad \text{здесь} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{\delta e\delta} = 1 - Q_{\delta o\delta} \\ V_{\delta o\delta} = \exp(-Z) \\ T_{\delta e\delta} = (-)^m \left(a = 1 + \frac{1}{m} \right) \end{array} \right. \quad (13)$$

где $\Gamma(a; z)$ - неполная гамма- функция; среднее содержание металла в запасах; $V_{\delta o\delta}$, $V_{\delta e\delta}$ - количество запасов соответственно промышленных богатых и некондиционных бедных руд; $C_{\delta o\delta}$, $C_{\delta e\delta}$ - среднее содержание металла

соответственно в промышленных и некондиционных запасах бедных руд. Величины a , z , b - параметры гамма-распределения, табулированные в зависимости от вариаций распространения изучаемого признака рудного массива.

Модельная оценка параметров непромышленных запасов бедных и некондиционных руд из-за незначительной мощности прослоев маломощных залежей и жил, а также уровня примешивания внутрирудных включений убогих руд и пустых пород может быть основана на использовании функции распределения показателей их линейных запасов

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{.MM} = \left[1 - \frac{\int_{m_{\min}}^{m_{\max}} f(m_{.MM}) dm_{.MM}}{\int_{m_{\min}}^{m_{\max}} (m_{\bar{\sigma}}) dm_{\bar{\sigma}}} \right] \cdot 100\% \end{array} \right. , \quad (14)$$

где $f(m_{\bar{\sigma}})$, $f(m_{.MM})$ - соответственно плотности распределения рудных мощностей по балансовым и непромышленным маломощным залежам.

Как показала оценка распределений мощностей внутрирудных включений непромышленных разновидностей рудных масс в залежах Карагайлинского полиметаллического месторождения, их уровень распространения значительный ($2 \div 4\%$). Результаты исследования геометрии внутрирудных непромышленных включений, залежам месторождений показывает, что им присущи высокая неоднородность распространения ($v = 72\%$), разнообразная форма, значительное колебание мощности от нескольких сантиметров до 2-3 м, что приводит к систематическому снижению содержания металла в руде. Несмотря на четкую их видимость, фактическое примешивание товарной добычи составляет 3-4%, что приводит к значительным затратам.

Модельная оценка определения коэффициента изменения (выхода) качества разновидностей добычи ($K_{\text{кач}}^T$) нами выведена исходя из уравнений балансов руд и металла, извлекаемых по выемочным контурам внутрирудных зон залежи:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{\text{из.н}} = T_{\text{тов}} + P_{\text{тов}} + q_{\text{сop}} \\ Q_{\text{из.н}} = T_{\text{тов}} \cdot \alpha_{\text{тов}} + P_{\text{тов}} \cdot C_{\bar{\sigma}} + q_{\text{сop}} \cdot \epsilon_{\text{вкл}} \end{array} \right. , \quad (15)$$

где $Q_{\text{из.н}}$ – количество погашенных запасов, извлеченных из недр, тыс.т; $P_{\text{тов}} = P_{\text{nc}} + P_{\text{м}}$ – общие потери руды; $q_{\text{сop}}$ – количество пустой породы; $C_{\bar{\sigma}}$, $\alpha_{\text{тов}}$, $\epsilon_{\text{вкл}}$ – содержания металла соответственно в погашенной балансовой руде и внутрирудных включениях пород, %.

Решение уравнения позволяет получить критерий оценки изменения (выхода) качества товарной добычи за счет примешивания внутрирудных некондиционных включений рудных масс в виде

$$K_{\text{кач}}^T = (1 + 0,02P_{\text{тов}}) + 0,001q_{\text{тов}} \left(1 + \frac{\epsilon_{\text{н}}}{C_{\bar{\sigma}}} \right). \quad (16)$$

Оценка изменения (выхода) качества сырой руды за счет промешивания внутрирудных некондиционных рудных включений выводится аналогично и имеет вид

$$K_{\text{кач}}^C = \frac{1}{K_{\text{кач}}^C} \left\{ 1 - K_{\text{кол}}^T + 0,01 \left[\Pi_{\text{ПЗ}} - \frac{\sigma_{\text{ПЗ}}}{C_{\delta}} (R_{\text{ПЗ}} - \chi_{\text{вкл}}) \right] \right\}. \quad (17)$$

Фактические значения удельных выходов количества и качества некондиционных рудных прослоев по залежи оцениваются по формулам

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_{\text{кол}} = \frac{q_{\text{Н.Р.}}}{Q_{\text{ног}}} \\ \gamma_{\text{кач}} = \gamma_{\text{кол}} \frac{C_{\text{Н.Р.}}}{C_{\text{ног}}} \end{array} \right\}, \quad (18)$$

где $Q_{\text{ног}}, C_{\text{ног}}$ – количество и качество погашенного запаса балансовой руды по выемочному участку; $q_{\text{Н.Р.}}, C_{\text{Н.Р.}}$ – объем и качество внутрирудных включений прослоев некондиционных рудных масс.

Заключение

В диссертационной работе содержатся новые обоснованные результаты по решению важной прикладной задачи по разработке методики оценки величины статистического окна сглаживания и способа определения выходов природных непромышленных типов рудных залежей, использование которых позволяет повысить достоверность и эффективность геометризации недр.

Основные научные и практические выводы, полученные в результате завершённых исследований, заключается в следующем:

1 Проведен аналитический обзор существующих теоретических вероятностных распределений и на основе этого выбрано теоретический закон, описывающий эмпирическое распределение угловых измерений.

2 Установлено, что теоретическое распределение Мизеса применимо для оценки угловых измерений; оно отличается аппроксимационной мощностью и гибкостью и тесно связано с основными законами распределения вероятностей.

3 Разработана методика оценки среднего значения статистического окна сглаживания, основанная на использовании результатов анализа существующих способов сглаживания пространственного изменения содержания компонентов полезных ископаемых с привлечением показателей геометризации полезных ископаемых, что повышает достоверность определяемого значения статистического окна сглаживания.

4 Установлено, что существующий способ определения извлеченного количества и качества разновидностей рудных масс по данным эксплуатации скважин и планам изолиний содержаний компонентов не всегда дает достоверные результаты.

5 Проведен анализ существующих способов оценки пространственного распределения природных типов рудных масс и на его основе выявлены особенности определения выходов их при добыче, а также разработаны эффективные способы оценки выходов качества из непромышленных рудных масс при добыче.

6 Реализована прикладные разработки: методика определения реального статистического предела сглаживания при геометризации качественных показателей, способ определения выходов бедных, убогих руд и внутрирудных включений. Реализация их обеспечивает достоверности и повышает эффективности геометризации месторождений и технологии оценки выходов разновидностей руд и отходов добычи. Ожидаемый расчетный экономический эффект в условиях Васильковского рудника составляет 70 млн. тенге.

Оценка полноты решения поставленных задач. В результате проведенных исследований изучены закономерности распределения признаков полезных ископаемых и выбрана теоретическая основа оценки распределений линейных и угловых маркшейдерских измерений. Разработана эффективная методика оценки среднего статистического окна сглаживания при геометризации месторождения. Обоснован способ оценки выходов непромышленных типов рудных масс с учетом их пространственного распределения по залежи.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Разработана новая методика определения реального значения окна сглаживания применительно к оценке пространственного распространения признаков полезных ископаемых. Для этой цели впервые привлечены величины меры точности измерений, а также критериев оптимальности. Предложенный новый способ определения бедных, убогих руд и внутрирудных включений впервые с учетом геометрии их распространения по залежи. Эти разработки рекомендованы для использования на горно-добывающих предприятиях Республики Казахстан.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения. Разработанная методика оценки среднего значения статистического окна сглаживания и способов оценки выходов природных непромышленных типов рудных масс рекомендованы для использования на Карагайлинском полиметаллическом месторождении. Они апробированы и приняты для внедрения на Васильковом горно-обогатительном комбинате

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в этой области. Проведенный обзор и сравнительный анализ литературы, а также опубликованные материалы и опытно-промышленное апробация и начатое внедрение выполненных разработок на горных предприятиях подтверждают, что новизна перспективы их развития соответствует современному научно-техническому уровню.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1 Аукажиева Ж.М., Нурпеисова М.Б. Перспективы автоматизированной системы маркшейдерского обеспечения горного производства //Вестник КазНТУ. - Алматы, 1999. №1-2. С. 169-171.

2 Аукажиева Ж.М., Байгурин Ж.Д., Толеуов Б.Т., Хакимов К.Х. Влияние параметров кондиции на рациональный уровень полезных ископаемых в рыночных условиях //Труды международной научно-практической конференция молодых ученых. - Алматы: КазНТУ, 2002.- С. 517-519.

3 Аукажиева Ж.М. Комплексные системы контроля за устойчивостью прибортовых и отвальных массивов» //Маркшейдерия Казахстана: состояние и перспективы: труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Ж.Машанова. – Алматы: КазНТУ, 2007. С. 213-215.

4 Курманкожаев А., Аукажиева Ж.М. Особенности применения распределения Мизеса для оценки угловых измерений //Труды международной научно-практической конференции «Научно-технические, духовные ценности в наследии мыслителей Востока и А. Машани». – Алматы: КазНТУ, 2007. – Т.І. – С. 157-161.

5 Курманкожаев А., Аукажиева Ж.М. Типологизация вероятных законов распределений по различиям их свойств //Труды международной научно-практической конференции «Научно-технические, духовные ценности в наследии мыслителей Востока и А. Машани». – Алматы: КазНТУ, 2007. – Т.І. – С. 161-162.

6 Курманкожаев А., Аукажиева Ж.М. К проблеме оценки вероятностных распределений угловых измерений //Труды международной научно-практической конференции «Научно-технические, духовные ценности в наследии мыслителей Востока и А. Машани». – Алматы: КазНТУ, 2007. – Т.І. – С. 145-149.

7 Аукажиева Ж.М., Оспанов С.Р., Якупов Р.Р Эколого-эстетические аспекты ведения топографо-геодезических работ //Труды Международного симпозиума. - Прага (Чехия), 2007г. С. 17-19

8 Аукажиева Ж.М., Веселова Н.Г., Курманкожаев И. Способы сглаживания случайных полей и статистическая совокупность их результатов //Вестник КазНТУ. - 2009. №5 (75)- С. 14-16.

9 Аукажиева Ж.М., Курманкожаев И., Барвит А.Ф. Вопросы определения размера статистического окна при сглаживании сложной выборки //Вестник КазНТУ. - 2010.-№6.-С. 98-101.

Ауқажиева Жанар Мұратқызы

Пайдалы қазбалардың сапалық белгілерінің таралу параметрлерін геометризациялау кезінде қалыптастырылуын бағалау

25.00.16 – Тау-кен өнеркәсібі мен мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясы, геофизика,
маркшейдерлік іс және жер қойнауының геометриясы

Техника ғылымдарының кандидаты дәрежесіне ізденуші диссертациясына

ТҮЙІН

Зерттеу нысаны. Зерттеудің ғылыми қағдалары мен жаңалықтарын қалыптастыру; статистикалық біркелкілік терезенің орташа мәнін бағалау әдістемесін жасау; сапасы нашар кенді қазып алу кезіндегі шығындылығын квалиметриялық бағалаудың тиімділігін, кеңістегі таралуын бағалаудың бұрынғы тәсілдерін бағалау; қарағайлы түсті металдар кенінің жағдайында ұсынылып отырған әдіс пен тәсілді қолдану және есептеулерді орындау.

Жұмыс мақсаты. Пайдалы қазбалардың сапа құраушы белгілерінің таралу параметрлерін геометризациялау кезінде қалыптастырылуын бағалау әдістемесін жасау.

Жұмысты жүргізу әдістері. Ықтималдылық теория, бағалау, жер қойнауы геометриясы және математикалық статистика, ғылыми-техникалық ақпараттық және тау-кен геометриялық талдауларын жинақтаушы кешенді әдіс пайдаланылған.

Зерттеудің ғылыми және практикалық негізгі нәтижелері мыналардан тұрады:

1. Маркшейдерлік-геодезиялық бұрыштық өлшеулер жиынтығының эмпиризидін таралуын сипаттау және бағалау үшін мизестің бөлімін тарату теориясын қолдануға болатындығы анықталған.

2. Алынған нәтижелерді пайдалану кезінде дифференциалдығы мен дәлдігін жоғарлатуға мүмкіндігін беретін, кен қабаты таралуының геометриялық ерекшеліктерін ескеру негізінде құнарсыз кен түрлері мен кеніш қоспаларының шығымдылығын анықтаудың тәсілі белгіленген.

3. Пайдалы қазбалардың кеңістіктік таралу белгілерін бағалауда қолданылатын біркелкі келтіру терезесінің нақтылы мәнін анықтауға жаңа әдістеме жасалған, онда оңтайландырудың сапалық критерийлерінің өлшем бірліктері дәлдіктерінің шамасы қамтылған.

4. Кен қабатында кеңістіктің таралуын ескеру арқылы, кен массасының құнарсыз түрлерінің шығындылығын бағалайтын тәсіл негізделген.

Негізгі конструктивті, технологиялық және техникалық-эксплуатациялық сипаттамалары. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде, маркшейдерлік ұзындықтың және бұрыштық өлшеулердің таралуын бағалаудың теориялық негізі және пайдалы қазбалардың таралу белгілерінің заңдылықтары зерттелген. Кенішті геометриялау кезіндегі орташа статистикалық біркелкі келтіру терезесін бағалаудың тиімді әдістемесі жасалған.

Өндіріске енгізу дәрежесі. Жұмыстың істелген нәтижелері, модельдер мен әдістемелерді қоса есептегенде, Қазақстан Республикасының тау-кен кәсіпорындарында 2010-2013 жылдары пайдалануға ұсынылған.

Өндіріске енгізу бойынша ұсыныстар немесе ғылыми-зерттеу жұмыстарын енгізу нәтижелері. Пайдалы қазбалардың кеңістіктің таралуының белгілерін бағалайтын біркелкілікке келтіру терезесінің нақтылы мәнін анықтауға жасалған жаңа әдістеме және осы мақсатта өлшем дәлдігінің бірліктерінің бірінші рет қамтылуы, сонымен қатар оңтайлық критерийлері.

Кен қабатында геометриялық таралуын бірінші ескере отырып, құнарсыз, өте құнарсыз және кеніштік қосылымдарды анықтаудың жаңа тәсілі ұсынылған.

Пайдалану нысандары. Жұмыстың негізгі нәтижелері тау-кен және геодезиялық кәсіпорындарда пайдаланылады. Мемлекеттік құрылыстарда, құрылыс жобасы мен жол және гидротехникалық салада пайдаланылды.

Жұмыстың экономикалық тиімділігі немесе маңыздылығы. Орындалған теориялық зерттеулер негізінде жасалған әдістемелер мен тәсілдерді қарағайлы түсті металдар кеніші жағдайында пайдалану кеніштің сапалық көрсеткіштерінің сенімділігін арттыру нәтижесінде есептік экономикалық тиімділік. Зерттеу нысандарының дамуы бойынша алғышарттар. Зерттеулердің нәтижелері, алдағы кен қабатында құнарсыз, өте құнарсыз және кеніштік қоспалардың геометриялық таралуын бірінші рет ескеріп, олардың шығындылығын анықтаудың моделдері мен әдістемелері Қазақстан Республикасының басқа кен өндіру кәсіпорындарында жалғастырылуы және кеңейтілуі мүмкін.

Зерттеу объектісінің дамуы туралы болжамды ұсыныстар. Берілген әдіс алғаш қолданылуда. Зерттеу нәтижелері модельдік және әдістемелік жасалынған анықтамалардан, сапасы нашар кенді қазып шығындылығынан, құнарсыз кен түрлері мен кеніш қоспаларының геометриялық таралуынан тұрады.

Summary

Estimation of forming parameters for spreading of qualitative characters of minerals at geometrization

25.00.16 - Mining and oil-and-gas geology, geophysics, mine survey and interior geometry

Object of research: definition of scientific statements and newness of researches, development of estimation methods of average value for statistic smoothing window, analysis of existing ways for estimation of space distribution of ore masses⁵ natural types in the development of effectiveness for qualimetric estimation of unprofitable ore masses quality outlets at extraction; execution of estimation and application of recommended method and manner in conditions of the Karagayli polymetallic deposit.

Purpose of the thesis: development of estimation method for forming parameters serving distribution of quality forming characters for minerals at their geometrization.

Research methods: at execution of thesis they used complex research method which includes methods of probability theory, estimation, interior geometry and mathematical statistics, scientific and technical analysis, information and mining-geometrical analyses.

Principal scientific and practical results of the research

1. They established the acceptability of Mises's ideal distribution for estimation and description of observed distribution in aggregate of surveyor-geodesy angle measurement.

2. They ascertained the detection method for outlets of unprofitable ore types and inside-ore inclusions serving as the basis for considering their deposit distribution geometry's peculiarities. It allows increasing the accuracy and differentiability of results at their usage.

3. They developed new methods for determination of smoothing window's real value concerning the estimation of mineral characters' spatial distribution. In this method for the first time they used accuracy dimensions in qualitative criteria of optimality.

4. They grounded the assessment method for unprofitable types of ore masses taking into account their spatial distribution in deposit.

Principal structural, technological and operational characteristic

In the result of the research they studied the regularities for mineral characters' distribution and the selection for theoretical basis at the assessment of linear and angle survey measurements. They developed effective method for assessment of average smoothing window at geometrization of deposit. They created a new method for assessment of outlets from unprofitable types of ore masses taking into account their spatial distribution in deposit.

Degree of realization in production The performed developments including models and methods are recommended for usage at mining enterprises of Republic of Kazakhstan for 2010 - 2013.

Recommendations for introduction or results of scientific works' introduction The developed new method for determining real significance of smoothing window concerning to assessment of spatial distribution of mineral characters. So with this purpose for the first time they used dimensions of measurement accuracy and optimality criteria. The proposed new method for determination of poor ores and inside-ore inclusions (first time taking into account their distribution geometry in deposit) are recommended for usage at mining enterprises in the Republic of Kazakhstan.

Cost-effectiveness or importance of works On the grounds of performed theoretical researches they established that usage of developed methods and manners in conditions of Karagalinskiy polymetallic deposit will allow to get rated economical effect expense of increasing the deposit's qualitative indicators' authenticity. Objects of usage The principal performed developments can be used in mining and geodesy enterprises.

Preconditions on the development of research objects The results of the research, including model and methodical developments on the determination of poor ores outlets and inside-ore inclusions, which are presented for the first time taking into account their distribution in deposit.