

Евразийский Союз Ученых. Серия: междисциплинарный

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (118)/2025 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

• **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

• **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

• **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

• **Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

• **Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

• **Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

• **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Курманкожаев Т.Н., Сулейменова Ж.К.

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕОРЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНДИКАТОРНЫХ ПРИЗНАКОВ4

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

УДК 622.271

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕОРЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНДИКАТОРНЫХ ПРИЗНАКОВ

*Курманкожаев Тимур Николаевич**Научный сотрудник, магистрант кафедры Информационных систем Казахского Национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан**Сулейменова Жибек Канатовна**Научный сотрудник ТОО «Охрана недр и среды»**Алматы, Казахстан*

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2025..7.118.2158

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований по аналитическому обзору показателей георесурсов с использованием геоиндикаторных признаков. Определены недостатки присущие к традиционным способам оценки основных показателей георесурсов с использованием геоиндикаторных признаков. Выделены особенности применения основных положений геологического картирования с помощью, рудничных качественных планов, современных методов геостатистики, способов изолиний и графо – аналитических оценок. Отмечено, что практика использования их результатов носит косвенный характер влияния на формирования качества рудного ископаемого, и часто приводит к недостоверным выводам. Раскрыта необходимость использования для этой цели главных геоиндикаторных признаков-критериев, обеспечивающих достоверность результатов оценки. Приведены рациональные аналитические оценки определения концентрации и информативности качественных показателей рудных ископаемых.

Ключевые слова: обзор, оценка, показателей георесурсов, способы картирования, аналитические подходы, геоиндикаторные признаки, достоверность результатов, косвенность влияния.

На рудниках широко распространена практика районирования запасов руд рудного массива по горизонтам рудника путем дискретного выделения элементарных ячеек, состоящих из нескольких проб скважин, по которым создаются объединенные единичные блоки. Традиционный способ геологического картирования рудного массива полезного ископаемого заключается в составлении геологических качественных планов по горизонтам рудника путем выделения нескольких соседних осредняемых проб скважин, по которым формируются геологические подсчетные блоки с расчетными значениями средних содержаний полезных компонентов. В качестве исходных данных используются: данные проб скважин детальной и эксплуатационной разведки, точек взятия буровзрывных и забойных проб, а также составленные по ним планы [1-3]. Геологический качественный план добычного горизонта представляют общую детерминированную совокупность пространственно разрозненных более или менее укрупненных множество микроблоков с различными качественными показателями и многообразной геометрической конфигурацией, по которым строятся эксплуатационные участки выемочных запасов. При этом меры этого множества блоков служит среднее содержание, по которому они оконтуриваются горизонта рудника в виде пространственно разрозненных микроплощадки руд. Построение геологических качественных и календарных планов добычных работ в целом сводится к пространственному

разбиению геологоразведочного массива на элементарные блочные контуры, определению по ним среднего содержания, выполняемые геологом на базе собственных знаний и возможности полноты учета информации. Поэтому при любых подходах конечные результаты носят индивидуальный характер, сопровождаемый непредсказуемой случайностью.

Основным недостатком традиционного метода геологического картирования с помощью геологических качественных (календарных и прогнозных) планов в сущности заключается невозможности определять и описать пространственный закономерности изменения концентрации содержания металла на уровне требуемой точности. Целевой показатель – среднее качество является только расчетным и не реальным значением, поскольку не является геологической величиной натурально зафиксированной в пространстве, залежи. В связи с этим из-за пространственной разрозненности оконтуриваемых геологических участков (блоков), традиционная практика формирования качественных планов заранее привержена к случайности сопровождаемой систематическими и случайными ошибками. По настоящее время отсутствуют графоаналитические критерийные механизмы пространственного районирования концентрации содержаний и соответственно качественно однородных зон эксплуатационных участков. Сама природа таких процессов оставались сложными [1-5].

Классические кондиционные критерий на качество руд и мощность рудного тела исходит из требований к общему контуру – минимального содержания и не связаны с основными выемочными внутриконтурными показателями полезного ископаемого. Этим обусловлена широкая используемость их по настоящее время. Прижитая практика последовательного многократного увеличения необоснованных по размерам и полезности эксплуатационных скважин, объемов опробования горных выработок и очистных забоев, часто сопровождается неопределенностью достичь обоснованного предела сгущения, соответствующего к истинному среднему значению содержания по технологическому блоку. Дискретность размещенных и пространственно разбросанных геологических подсчетных блоков (по ГКЗ) с расчетными значениями среднего содержания металла в пределах скалярного геологоразведочного массива, делают многофакторным, трудоемким и порой невозможным установить реальные закономерности и другие специфические особенности распространения среднего геологического содержания. Очень часто различные компьютерные и другие модельные разработки и планы изолиний содержаний, сопровождаются систематическими площадными и статистическими ошибками превышающих допустимого уровня [1-4]. Последствия этих недостатков может быть весьма значительной в зависимости от специфических особенностей распределения содержаний металла и их пространственно-статистических закономерностей.

Современные зарубежные методы геостатистики, способы изолиний и другие практикуемые графо-аналитические подходы, а также развиваемое компьютерное графическое моделирование, остаются стандартными, в них не рассматриваются задачи связанные с этими проблемными недостатками. Использование данных структурно-минералогического, геохимического, технологического картирования полезных ископаемых сводится к раскрытию отдельного параметра и результаты их носит косвенностью влияния на формирование качества с достаточной полнотой.

Результаты аналитического обзора существующих методов картирования показателей, связанных качеством показали, что известные способы тождественных и сводится к использованию различных свойств горных пород в качестве геоиндикаторных признаков с последующим идентифицированием их при изучении и геологическом картировании геологического объекта [6-8]. В способе картирования содержаний породообразующих минералов интрузивных пород [6] на основе многозональной космической съемки спектральной яркости пород и петрографического исследования, находится зависимость спектральной яркости

пород от количественного минералогического состава, далее по данным многозональной съемки спектральной яркости поверхности рельефа строятся карты изолиний содержаний породообразующих минералов интрузивных массивов. Однако, использование зависимости спектральной яркости пород от количественного минерального состава для построения карты изолиний содержаний минералов интрузивных массивов требуют не только специального наземного и лабораторного исследования этой зависимости, и точности ее аналитического описания, а также и других признаков величин, обеспечивающих широкую приемлемость данного способа. В способе оценки потенциальной продуктивности территории для конкретного вида рудных полезных ископаемых [7], полученная информация о геологических образованиях и структурах данной территории, разделяют по отдельным признакам, систематизируют их по каждому признаку конкретного рудного ископаемого, ранжируют по значимости. Полагают, что этот признак информативен, намного меньше, чем линейные размеры территории, оценивают каждый признак относительно эталона в баллах по десятибалльной шкале и определяют коэффициент геологической изученности участка территории. На основании полученных данных рассчитывают потенциальную продуктивность территории. Однако, в этом способе использование результатов ранжирования систематизированных признаков по значимости и предполагаемым степеням их информативности в качестве оценочных величин или критериев недостаточно обоснован, не учтены геометрические и количественные их характеристики. Тем самым, не обеспечивается достаточная достоверность оценки степени рудоносности данной территории. Способ картирования участков околорудных постмагматически измененных пород на основе изучения аномалий расчлененности рельефа [8] заключается в следующем. На топографической карте измеряют значения суммарной длины тальвегов постоянных и временных водотоков эрозионной сети современного рельефа. Выделяют элементарные шейки квадратной формы. В элементарных ячейках определяют отрицательные отклонения от фоновых значений суммарной длины тальвегов, и по этим отклонениям судят о наличии участков окварцованных пород, перспективных для поисков золотого оруднения. Однако участки отрицательных отклонений суммарной длины тальвегов занимают значительную площадь, что в конечном итоге, удорожает поисковые работы, а также процедура измерений длин тальвегов, их отклонений от фоновых величин, связанных с изменениями временных водотоков подвержена допущению недопустимых ошибок. В этих способах использования геоиндикаторных признаков запасов руд недостаточно отражены пространственные закономерности и отсутствуют

аналитические оценки, описывающие использованные зависимости и количественные критерии идентификации целевых представлений, что влияют на эффективность их применения в различных задачах геологии и в горнодобывающих отраслях.

При решении различных задач эксплуатации полезных ископаемых более распространен эмпирический подход использования показателей концентрации и информативности распространения содержания полезного компонента в качестве геологических показателей запаса твердых ископаемых. Показатель концентрации геологического содержания тесно связана с его информативностью по геологическим блокам. Оценка концентрации с учетом информативности геологического содержания проведена, исходя из квалиметрической структуры дифференциации геологического запаса. Степени изменения концентрации (K_j) и информативности (J_i) геологического содержания по зональным геологическим блокам могут быть выражены неравенствами

$$\begin{cases} K_{\text{кач}} > K_{\text{ряд}} > K_{\text{ПК}} > K_0 \\ J_{\text{кач}} > J_{\text{ряд}} > J_{\text{ПК}} > J_0 \end{cases} \quad (1)$$

Для оценки степени концентрации качества используются известная формула в виде [2, 10]

$$K = \frac{c_i}{\sum_{i=1}^n c_i} \quad (2)$$

где n – число i – ых содержаний, \bar{C}_0, C_i – средние содержания по геологическому запасу и отдельному i – му районированному участку; K_i – статистический коэффициент концентрации качества.

Согласно формуле при расчленении запаса залежи на $N=3$ однородные геологические блоки, изменение степени концентрации качества выражается неравенствами

$$\frac{\bar{C}_{\text{кач}}}{\sum_{i=1}^{n_{\text{ПК}}} c_{\text{кач},i}} > \frac{\bar{C}_{\text{МО}}}{\sum_{i=1}^{n_{\text{М}}} c_{\text{М},i}} > \frac{\bar{C}_{\text{ряд}}}{\sum_{i=1}^{n_{\text{Р}}} c_{\text{ряд},i}} > \frac{\bar{C}_{\text{ПК}}}{\sum_{i=1}^{n_{\text{ПК}}} c_i} > \frac{\bar{C}_0}{\sum_{i=1}^n c_i} \quad (3)$$

При преобразовании суммы содержаний $\sum_{i=1}^n C_i$ через площадную плотность содержаний, правомерность неравенства сохраняется в такой же последовательности.

$$\frac{\bar{C}_{\text{кач}}}{S_{\text{кач}}} > \frac{\bar{C}_{\text{МО}}}{S_{\text{МО}}} > \frac{\bar{C}_{\text{ряд}}}{S_{\text{ряд}}} > \frac{\bar{C}_{\text{ПК}}}{S_{\text{ПК}}} > \frac{\bar{C}_0}{S_0} \quad (4)$$

где $S_{\text{кач}}, S_{\text{МО}}, S_{\text{ряд}}, S_{\text{ПК}}$ – площади дифференцированных участков соответственно качественных, модосодержащих, рядовых, приконтурных руд м^2 ; $\bar{C}_{\text{кач}}, \bar{C}_{\text{МО}}, \bar{C}_{\text{ряд}}, \bar{C}_{\text{ПК}}$ – средние значения содержания по этим участкам, %.

В геологии широко распространена формула, разработанная Вистелиусом А.Б. для оценки

изменчивости концентрации химических элементов [9].

$$H_i = \frac{\ln n - H(x)}{\ln n}, 0 \leq H_i \leq 1 \quad (5)$$

где n – количество подбъектов, отличающихся по совокупности свойств; $H(x)$ – энтропия по показателю.

Коэффициент H_i позволяет оценить показатель по величине информации, заключенной в разнообразии их значений. Анализ информационных коэффициентов позволил разделить показатель на информативные (мощность содержания) и малоинформативные (тектонические нарушения и т.д.). Пример. По данным трех геологических участков: $n = 3, P_1 = \frac{C_1}{C_0}, P_2 = \frac{C_2}{C_0}, P_3 = \frac{C_3}{C_0}$. Поскольку $\frac{C_1}{C_0} + \frac{C_2}{C_0} + \frac{C_3}{C_0} = 1$, допускается принять примерное: $P_1 = 0,36, P_2 = 0,20, P_3 = 0,44$ ($\sum_1^3 P_i = 1$). Тогда получим $H_2(x) = -(0,36 \log 0,36 + 0,44 \log 0,44 + 0,20 \log 0,20) = 0,81 \cdot \ln 3 = 1,11, H_2 = 0,27$.

Отсюда для первого случая $H_i = 0$, а для второго случая $H_2 = 0,27$. Результат по расчетам показывает, что приквалиметрической дифференциации неоднородного геологического запаса на три однородные геологические участка степень концентрации геологического содержания повышается на 27%. $(1 - \frac{0,81}{1,109}) * 100\% = 27\%$.

Мера информативности показателей полезного ископаемого позволяет раскрыть структуру, свойства и закономерности формирования информационного массива и учесть степень влияния связанных с ними каждого внешнего и внутреннего факторов. Для оценки информативности по зональному, по геологическим блокам воспользуемся распространенной оценкой информативности [4, 8, 10]:

$$H = \sum_{i=1}^n P_i \log 2(\sum P_i) \quad (6)$$

В случаях, когда массив пространственно не разделен, т.е. в начальном структурном состоянии:

$$\sum P_i \log P_i = H_1 \quad (7)$$

В случае, когда массив пространственно разделен на 3 зональные геологические блоки т.е. в нашем случае поля качественны с повышенной концентрацией, рядовых с не повышенной концентрацией и приконтурных с пониженной концентрацией качества руд, имеем:

$$(\sum P_i) = \log (\sum P_i) = H_2 \quad (8)$$

В общем случае вероятность равна $P_i = \frac{C_H}{C_0}, (C_H = C_0)$,

$$H_2 = (\sum P_i) (\log (\sum P_i)) = \sum P_i \log P_i = \frac{C_H}{C_0} = \log 1 = 0$$

В случае, когда массив разделен на три части и поскольку $\sum P_i = \frac{c_1}{c_0} + \frac{c_2}{c_0} + \frac{c_3}{c_0} = 1$, то можно принять для объемов качественных руд $\frac{c_k}{c_0} = 0,46$, рядовых руд $\frac{c_p}{c_0} = 0,50$, приконтурных руд $\frac{c_{np}}{c_0} = 0,10$.

Отсюда $H_2 = 0,40 \log 0,40 + 0,50 \log 0,50 + \log 0,10 = 28,3$.

Ниже приведена известная формула оценки изменения (повышения или уменьшения) концентрацией геологического содержания в зависимости самой этой концентрации (для условия логнормального распределения) [1, 5]

$$C_{1-p} = \frac{\bar{c}}{\sqrt{1+V^2}} e^{z_{1-2p} \sqrt{2 \ln(1+V^2)}} \quad (9)$$

Здесь C_{1-p} – концентрация, вероятность повышения которой равна P ; \bar{c} – среднеарифметическое значение выборки; $V = \sigma/\bar{c}$ – коэффициент вариации; $\sigma^2 = \sum_{l=1}^n \frac{(\bar{c}-c_l)^2}{n-1}$ дисперсия; z_{1-2p} – аргумент уравнения - $\text{erf}(z) = 1 - 2P$, $\text{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt$.

Из вышеприведенных вытекает вывод, что при расчленении геологоразведочного массива на геологические блоки, концентрация содержаний увеличивается на $\frac{H_2-H_1}{H} * 100 = 28,3\%$, то есть почти не более четверти. При любых значениях вероятности $P_i = \frac{c_i}{c_0}$ соблюдается классическое равенство $\sum (P_1 + P_2 + \dots + P_n) = 1$. Степени концентрации и информативности качества повышаются при расчленении геологического запаса на отдельные однородные геологические участки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курманкожаев А. Основы квалитетрии георесурсов в задачах маркшейдерии и геодезии. Монография, Алматы, Республиканская картографическая фабрика, г. 2008, 339 с.
2. Бондарик Г.К. Основы Теории изменчивости инженерно-геологических свойств горных пород. – М.: Недра, 1971. – 272 с.
3. Дементьев Л.Ф. Статистические методы обработки и анализа данных. – М.: Недра, 1966. – 152 с.
4. Курманкожаева А.А. Информационная обеспеченность содержания карт. В условиях сложных объектов георесурсов. Г. Харьков., труды XXX Международной конференции «Казвиток науки в XXI столітті», Наука інформаційники центр «Знання», 2018 г. с. 87-93.
5. Kurmankozhaev A. Digital model in the problems of Development of moq Gartograv. «Scientifile discussion» Editorial board address Praga, Vol I. 2018 г. st vi.
6. Патент UZ №5058508/25, GOIM/00, 27.03.1997.
7. Патент РФ №02570234 МПК G01V9/00, 27.12.2013.
8. Трушин А.В., Ананьев Г.С., Геоморфология, №4, 1972, С. 43-51
9. Вистелиус А.Б. Задачи геохимии и информационные меры. – М.: Советская геология, 1964. - № 12. – 26с.
10. Родионов Д.А. Статистические решения в геологии. -М.: Недра, 1981. – 230 с.

Евразийский Союз Ученых. Серия: междисциплинарный

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (118)/2025 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

- **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

- **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

- **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

- **Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

- **Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

- **Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

- **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.