

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Кушнарёва Петра Ивановича на тему:

«Научно-методические основы количественной оценки разведанности золоторудных месторождений»,

представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 - «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

На отзыв представлен автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук ««Научно-методические основы количественной оценки разведанности золоторудных месторождений»». Диссертационная работа состоит из введения, шести глав и заключения, изложенных на 212 страницах машинописного текста и содержит 88 иллюстраций, 36 таблиц и список литературы из 86 наименований.

Диссертация посвящена разработке подходов к оценке разведанности на основе количественных критериев, в определении их допустимых значений для запасов различных категорий, в выявлении роли количественных показателей сложности, в том числе фрактальной размерности D , в разработке алгоритмов определения рациональной плотности разведочной сети, особенно на ранних стадиях геологоразведочных работ, в создании типизации золоторудных объектов для целей разведки. Эти положения диссертационной работы, по нашему мнению, **актуальны** и отвечают **требованиям научной новизны**.

В первой главе рассмотрены принципы оценки изученности и классификации запасов золоторудных месторождений. В ней изложены основные понятия и положения, показана связь понятия «разведанности» запасов со свойствами месторождения и параметрами разведочной сети. Определены факторы и требования к разведанности запасов/ресурсов в различных классификациях, приведена их сравнительная характеристика.

Во второй главе рассмотрены свойства рудных объектов и особенности их изучения. Показано, что основными характеристиками скоплений твердых полезных ископаемых, определяющими их разведанность, являются морфология рудных образований и изменчивость геологоразведочных параметров. Предложены принципы описания формы рудоносных образований с учетом их структурного уровня. Рассмотрены

вопросы характеристики масштаба объектов, который играет ведущую роль при классификации их по сложности строения.

Автором показано, что изменчивость геологоразведочных параметров характеризуется на основе формул математической статистики, а изменчивость содержаний полезного компонента корректно оценивается по значениям в пробах равной длины или композитах. На основе экспериментальных данных обращено внимание на то, что точность вычисления среднего значения в условиях выборок большого объема практически не зависит от вида статистического распределения и его соответствия определенному закону.

Как наиболее важное в главе следует отметить анализ возможности применения фрактальной геометрии при изучении свойств рудных объектов. Исследования свойств фрактальной размерности показали, что для конкретного месторождения она практически не зависит от объекта измерений – плана, разреза, проекции. Кроме того, величина D может быть определена с достаточной надежностью по отдельным участкам (фрагментам) рудных образований. Это позволяет на ранних стадиях, изучая образования низких масштабных уровней (зон, залежей) предполагать основные черты морфологии образований более высоких уровней – рудных тел и рудных столбов. Далее этот показатель автор использует при оценке изученности месторождений с позиций ошибок геометризации.

В третьей главе выполнена оценка сложности природных объектов. Отмечено, что существующие процедуры в отечественной практике в оценке сложности строения месторождений зарекомендовали себя как эффективный инструмент для определения методики изучения рудных объектов и выбора параметров разведочной сети, особенно на ранних стадиях геологоразведочных работ. Вместе с тем, автор отмечает, что признаки и их количественные показатели, позволяющие уверенно осуществлять классификацию золоторудных объектов, нуждаются в существенной корректировке. Проведенный анализ убедительно показал, что такие признаки, как коэффициент рудоносности, показатель сложности и коэффициент вариации мощности являются ненадежными для решения данной задачи.

Для описания сложности геологического строения золоторудных объектов предложено использовать характеристики, поддающиеся однозначному определению и количественной оценке.

Четвертая глава посвящена методам обоснования разведочной сети. В ней показаны основные понятия и рассмотрены критерии разведанности, которые основываются на точности оценки среднего значения параметра и ошибки геометризации.

Проведенный анализ отечественной практики недропользования к выбору геометризации разведочной сети включает, в том числе использование количественных показателей разведанности. Рассмотрены принципы выбора параметров сети в зарубежной практике изучения рудных месторождений, причем количественные методы обоснования опираются на изучение изменчивости признаков и использование вариограмм.

Автором предложена новая концепция количественного обоснования геометрии разведочной сети. Одним из ключевых положений предлагаемой концепции является учет масштаба изучаемого объекта, который осуществляется через ожидаемую или существующую производительность горнодобывающего предприятия. На этой основе разработан алгоритм расчета параметров сети с учетом изменчивости содержаний полезного компонента в пробах или композитах; предложена процедура интерпретации результатов ее разрежения.

В пятой главе рассмотрены критерии разведанности и их допустимые значения для категорий запасов. Основными критериями являются: погрешности оценки геологоразведочных параметров и ошибки геометризации рудных тел. Предельные значения этих критериев для запасов различных категорий по ряду причин в настоящее время однозначно не установлены. С целью обоснования их допустимых значений были проведены исследования по определению их фактических величин на уже разведанных месторождениях, запасы которых прошли апробацию в ГКЗ. На основе предложенного автором алгоритма изучены погрешности оценки запасов, а также величины ошибок геометризации применительно к категории C_1 , которая рассматривается как базовая для объектов разного масштаба.

Установлено, что фактические погрешности оценки содержаний золота обнаруживают тенденцию увеличения от крупных и уникальных месторождений к мелким; в среднем, их значения составили 9.7, 10.8 и 18.3 % соответственно. Такие же расчеты были проведены на зарубежных золоторудных объектах для ресурсов категории *indicated*. Результаты расчетов выявляют ту же тенденцию повышения погрешности при уменьшении величины ресурсов – от 3.3 до 27.9 %. По величинам средних значений погрешности для запасов категории C_1 оказываются близкими к ресурсам категории *indicated*, что позволяет говорить об их идентичности.

Установленные в результате проведенных исследований уровни фактических относительных погрешностей оценки средних содержаний, предлагается принять за основу в качестве допустимых/предельных для запасов категории C_1 . Для категории C_2 эти показатели увеличиваются вдвое, а для категории В уменьшаются.

Сложившиеся требования к погрешности оценки параметров запасов рассмотрены соискателем с позиций экономических рисков освоения месторождений. Предельно допустимые ошибки могут корректироваться с учетом экономических показателей работы предприятия.

Для выбора параметров разведочной сети на ранних стадиях геологоразведочных работ по золоторудным месторождениям может быть предложена их типизация, основанная на результатах выполненных исследований с учетом допустимых количественных значений критериев. Она ориентирована на выбор параметров сети для категории C_1 , в качестве основного показателя которой является площадь ячейки.

В шестой главе автор предлагает квалификацию запасов выполнять на количественной основе. Процедура базируется на анализе изменчивости содержаний и на учете соотношения запасов в блоке к запасам, сопоставимым с годовой производительностью предприятия. Дополнительно оценивается величина ошибок геометризации, относительно которых корректируется квалификация запасов.

В качестве подтверждения предложенной процедуры автором приведен выполненный анализ квалификации на примере зарубежного месторождения (Намниди, Гана). Показано, что предлагаемый подход не противоречит результатам квалификации ресурсов на качественной основе, предложенной аудитом, хотя уточняет ее оценку для отдельных частей месторождения.

Предлагаемые к защите тезисы подробно рассмотрены в главах диссертации и являются доказанными. Результаты исследований достоверны и обоснованы большим объемом материалов.

Материалы диссертации в виде тезисов докладов и презентаций многократно представлялись на сайтах форумов, семинаров, конференций и Геовебинаров. Кушнарев Петр Иванович проводил доклады и презентации для сотрудников ООО «Рок Энд Милл», знакомил с результатами своих исследований. Предложенные им подходы к обоснованию плотности разведочной сети мы используем в своих работах для категоризации запасов, предоставляемых для постановки на Государственный баланс.

Представленная работа является завершением многолетнего научного труда, вносящего значительный вклад в развитие методов геолого-экономической оценки не только золоторудных объектов, но и других месторождений твердых полезных ископаемых. Полагаем, что положения работы будут использоваться в практических целях и найдут отражение в Методических документах ГКЗ.

Кушнарев Петр Иванович заслуживает присвоения **ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук** по специальности 1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Директор Департамента геологии
ООО «Рок Энд Милл»

М. А. Козлова