

Отзыв

**официального оппонента Шумилина Михаила Владимировича
о диссертации Кушнарёва Петра Ивановича
«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 месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения,**

Представленная работа посвящена проблеме количественной оценки разведанности месторождений золота. Указанная проблема до настоящего времени не имеет общепринятого решения, в то время как потребность в таком подходе в последние годы возросла в связи с расширением международных связей в области освоения недр и необходимостью объективного сравнения достоверности информации и точности ресурсных оценок, полученных по стандартам разных стран на качественной основе. Золото, наряду с ископаемыми энергоносителями, является сейчас одним из наиболее востребованных продуктов горной промышленности, причем спрос на него, вероятно, будет возрастать в связи с кризисом долларовой концепции мировой валютной системы. Совокупность этих положений позволяет оценивать представленную работу, как **полностью отвечающую требованию актуальности.**

Диссертантом научно обоснован необходимый и достаточный набор признаков, количественные характеристики которых определяют сложность геологического строения золоторудных объектов, степень их изученности и возможные погрешности оценки основных параметров. Важным достижением является разработка методики количественной оценки таких свойств месторождений, как морфология рудных тел, для чего впервые использованы методы фрактальной геометрии. Доказана возможность оценки на этой основе ошибок геометризации рудных контуров и выведены аналитические выражения, описывающие взаимосвязь принятых показателей с ошибками геометризации контуров и параметрами разведочных сетей. На основе опыта разведки и требований промышленности для золоторудных месторождений, установлены предельные значения критериев разведанности для запасов разных категорий и определена зависимость их значений от экономических рисков освоения объектов. Полученные результаты определяют **полное соответствие представленной работы требованию научной новизны.**

Разработки автора позволяют осуществлять объективное компарирование систем Классификаций запасов, принятых в разных странах и конвертировать запасы, подсчитанные в категориях одной системы, в категории другой, а также упрощают

процедуры апробации и экспертизы подсчетов запасов, ограничивая возможность спорных ситуаций и способствуя снижению рисков горных проектов. Это позволяет считать, что представленная работа полностью отвечает и требованию практической ценности.

В основу работы положены материалы, кропотливо собиравшиеся автором лично в процессах его длительной (более 30 лет) работы в качестве непосредственного исполнителя геологоразведочных и научно-исследовательских работ, составителя подсчетов запасов и ТЭО-кондиций, а также в качестве эксперта Государственной комиссии по запасам. Его исследования охватывают широкий круг золоторудных месторождений России и других стран, включая ряд крупнейших таких объектов (Наталка, Сухой Лог, Олимпиадинское, Ключус, Купол, Павлик, Куранахское поле, Нежданнинское, Зармитан, Даугызтау и др.).

Основные положения диссертации изложены в 28 работах, опубликованных в рецензируемых журналах из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ, а также в 30 докладах автора на международных форумах и семинарах.

Кушнарев Петр Иванович является широко известным и авторитетным специалистом отрасли.

В работе выдвигаются к защите следующие 4 тезисных положения:

1. При количественной оценке сложности геологического строения золоторудных месторождений необходимо и достаточно рассматривать в качестве классификационных признаков масштаб изучаемых объектов, морфологию рудных скоплений, включая определение типа и фрактальной размерности, и изменчивость содержаний в пробах равной длины или в композитах. Оценка сложности строения может проводиться для месторождения в целом или для его частей, различающихся условиями отработки, особенностями морфологии и характеристиками изменчивости оруденения.

Автором убедительно показано, что при решении поставленной проблемы рассмотрение указанных трех характеристических признаков является необходимым и достаточным, как с позиций полноты информации, так и с позиций возможности ее последующего использования и связанных с этим рисков. Однако необходимо отметить, что рассматриваемые им золоторудные месторождения являются объектами относительно простыми в технологическом отношении. Для некоторых других видов минерального сырья характеристика качества руд только содержанием компонента может оказаться не исчерпывающей и требовать учета некоторых других признаков (различие минеральных форм рудного вещества, особые свойства его минеральных обособлений и др.). Однако в рамках поставленной проблемы, данный тезис является справедливым и полностью доказан.

2. Параметры разведочной сети должны обеспечивать достижение заданной точности оценки запасов и на надежность их геометризации. Точность оценки средних содержаний относится к количеству руды, сопоставимому с годовой/квартальной производительностью предприятия. Она вычисляется через дисперсию случайной составляющей изменчивости, определяемой на основе статистических и геостатистических исследований. Оценку ошибок геометризации, особенно на ранних стадиях геологоразведочных работ, предлагается проводить с применением аналитических выражений, использующих данные геостатистического анализа и показатели фрактальной размерности объектов.

Тезисом определяется методика расчета параметров разведочных сетей, обеспечивающих достижение заданных значений точности оценки среднего содержания и геометризации промышленных контуров. Предлагаемая методика обоснована содержанием работы и тезис в целом может полагаться доказанным.

Однако предлагаемая методика предполагает стратегию реализации с соблюдением принципа равномерности. Современные геостатистические методы позволяют учитывать неравномерность расчетным путем и в практике разведки, особенно за рубежом, нередко применяется стратегия выборочного сгущения сети, при которой в местах невязки данных оперативно задаются дополнительные выработки. Предлагаемое автором расчетное обоснование параметров основной сети, по мнению оппонента, не должно исключать возможности резервирования в проектах объемов для подобной детализации.

3. Проведенными исследованиями впервые установлено, что фактический уровень относительных стандартных погрешностей оценки содержаний для категории С1 применительно к блокам, сопоставимым с объемами годовой производительности, и находится в пределах 10 % - 15 %, что можно считать допустимым для планирования ГРР на ранних стадиях. Значения этого критерия для конкретных объектов могут корректироваться также в зависимости от масштаба и уровня экономических рисков их освоения.

Фактические значения ошибок геометризации золоторудных месторождений для запасов категории С1 составляют 30 % - 50 %, что соответствует их уровню для других типов месторождений. Эти лимиты предлагается принять для количественной оценки разведанности запасов данной категории.

Автором впервые по единой методике рассчитаны фактические погрешности оценки содержаний широкого круга золоторудных месторождений, успешно эксплуатируемых или прошедших государственную экспертизу. Осредненные значения этих погрешностей, полагаемых допустимыми, предлагается рассматривать в качестве количественных критериев возможности квалификации запасов новых объектов, как разведанных. При этом показано, что такие значения практически идентичны, как для категории С₁ отечественной Классификации запасов, так и для категории indicated зарубежного стандарта КРИРСКО, что определяет возможность компарирования этих

систем учета. Последнее представляется очень важным, ибо необходимость такого компарирования весьма актуальна.

Однако приходится отметить, что размах колебаний указанных погрешностей во всем объеме выборки проанализированных автором объектов, несколько выше рекомендуемых им допусков, особенно для мелких месторождений. Так, размах колебаний точности средних для всего рассмотренного ряда таких объектов 5-33%, но верхний предел рекомендуемого допуска принят лишь 15%. В этот предел «укладывается» лишь 30% фактических погрешностей по мелким месторождениям. В пределе 20% это число возрастает до 60%, а в пределе 25%, до 80%. Представляется, что для мелких объектов диапазон допусков следовало бы несколько расширить.

4. Квалификация запасов в подсчетных блоках золоторудных месторождений с позиции точности оценки средних содержаний требует изучения изменчивости на локальных участках и введения поправок, учитывающих различие в запасах блока с рудными объемами недр, сопоставимыми с годовой, полугодовой или квартальной производительностью предприятия.

Квалификация запасов по блокам корректируется с учетом величины ошибок геометризации, определяемых по характеристикам вариограмм индикаторов или другими методами.

Автор обходит вопрос о механизме внедрения своих разработок, хотя в соответствии с данным тезисом, напрашивается предложение о введении предлагаемых количественных критериев в действующую Классификацию запасов, как соответствующих числовых стандартов. Однако всякая стандартизация при оперировании с природными объектами – дело не простое. Пусть, например, для некоторого блока установленных размеров, получена расчетная погрешность оценки среднего содержания – 16%, а допуск для категории С1 – 15%. Формально данный блок надо квалифицировать, как недоразведанный, что, однако, будет явной глупостью. Устранить такие казусы, как не двигай рамки стандартов, невозможно. Стандарт не может быть гибким, ибо он тогда не стандарт. Поэтому процесс квалификации запасов полностью свести к системе стандартов, на наш взгляд, невозможно, да и не нужно. Количественные критерии должны служить лишь ориентирами, использование которых способствует лучшему пониманию рисков, связанных с освоением подсчитанных запасов, более детальному, нежели при использовании лишь качественных понятий принятых учетных категорий.


Следует при этом отметить, что существенное влияние на риски в горной отрасли оказывают не столько погрешности разведки месторождений, сколько колебания рыночных цен. За период 2000-2010 гг цена золота возросла в 4 раза, а с 2010 г – еще в 1,5 раза! Этот рост на порядки превышает масштаб ошибок в оценке содержаний, которые могли бы быть обусловлены разведкой предшествующих лет. В то же время, возможность

снижения бортового содержания с ростом цен настолько изменила многие из ранее разведывавшихся месторождений, что их пришлось практически разведывать заново. Как представляется оппоненту, назревшим является вопрос о динамическом подходе к оценке месторождений в виде трансформируемых математических моделей, позволяющих получать основные технико-экономические характеристики применительно к меняющимся рыночным условиям. Разработанные автором научно-методические основы, несомненно, могут способствовать переходу к такому моделированию.

Высказанные выше замечания имеют дискуссионный характер и не снижают научную и практическую ценность представленной работы.

Искомая ученая степень доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 Кушнареву Петру Ивановичу может быть присуждена.

Автореферат диссертации соответствует.

 05.08.22г. Шумилин М.В.
доктор г.м.н., профессор,
заслуженный геолог России.

Подпись Шумилина М.В.
Заверено.

ген. директор ООО "Геосигма"

Смирнов Г.И.

