

**Отзыв**  
**Верхозина Андрея Васильевича**  
**о диссертации Кушнарера 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**

Специфика и многолетний опыт производственной деятельности автора настоящего отзыва непосредственно связаны с руководством проведения геологоразведочных работ на всех этапах и эксплуатации золоторудных месторождений. Геологическое изучение и представление на экспертизу в ГКЗ и его территориальные филиалы материалов по таким объектам как Вернинское, Чертово корыто, Западное, Александровское, Бадран, Кедровское, Базовское показывает, что вопрос о сложности геологического строения, достаточности разведки и, соответственно, квалификации запасов зачастую является ключевым при апробации результатов ГРР.

Методические рекомендации ГКЗ, используемые для оценки разведанности, в настоящее время уже не полной мере отвечают новым типам золоторудных месторождений, вовлекаемых в разведку и эксплуатацию с 90-х гг. прошлого века. В связи с этим остро стоит вопрос объективной оценки достаточности выполненных ГРР и снижения связанных с их качеством геологических рисков недропользователя или инвестора до приемлемого уровня. В соответствии с вышесказанным, выполненные Диссертантом исследования и разработанные на их основе математические алгоритмы количественной оценки сложности строения золоторудных объектов, качества выполненных ГРР, категоризации запасов направлены на решение актуальных проблем недропользования.

В диссертационной работе на основе анализа геологической информации, по нескольким десяткам золоторудных месторождений, в том числе уникальных (Сухой Лога, Наталка, Олимпиадинское), а также ряда менее крупных месторождений, математически, с учетом допустимых погрешностей для запасов различных категорий, обоснованы количественные параметры, определяющие сложность геологического строения и качество ГРР. Разработанная Диссертантом методика основана на принципах фрактальной геометрии, что является совершенно новым подходом к оценке морфологии геологических объектов и качества геологоразведочных работ.

Обоснованный в диссертационной работе количественный подход к оценке результатов ГРР отвечает требованиям научной новизны.

Представленный на рассмотрение комплекс методик дает возможность недропользователю осуществлять ГРР на принципах разумной достаточности, а также уверенно квалифицировать полученные результаты как по российским, так и по международным стандартам. Здесь, в частности, для банковской сферы, важным является вопрос количественного соотношения запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$  с indicated.

Диссертация выполнена на геологических данных, которые были собраны и проанализированы автором лично в течении многолетней работы на кафедре методики поисков и разведки МГРИ, во время руководства отделом подсчета запасов в компании «Полюс золото» и текущей деятельности в качестве ведущего специалиста ВИМС им. Федоровского. Петр Иванович Кушнарев также на протяжении многих лет является ведущим экспертом ФБУ «ГКЗ». Данная работа включает в себя исследования по золоторудным месторождениям России и зарубежных стран: Сухой Лог, Наталка, Олимпиадинское, Кючус, Купол, Павлик, Нежданинское, Зармитан, Даугызтау и др.

В основу диссертационной работы также положены посвященные данной проблеме опубликованные научные статьи Автора и его доклады на геологических семинарах.

Зачищаемыми положениями работы являются:

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 морфологического типа оруденения и фрактальной размерности, а также изменчивость содержаний в пробах или композитах. Оценка сложности строения может проводиться для месторождения в целом или для его частей, различающихся условиями отработки, особенностями морфологии и характеристиками изменчивости оруденения.

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.

3. Проведенными исследованиями впервые установлено, что фактический уровень относительных стандартных погрешностей оценки содержаний для категории  $C_1$  применительно к блокам, сопоставимым с объемами годовой производительности,



находится в пределах 10 %–15 %, что можно считать допустимым для планирования ГРР. Значения этого критерия для конкретных объектов могут корректироваться также в зависимости от масштаба месторождений 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.

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.

Каждому из этих положений в рамках диссертации отведено по отдельной главе, где Автор убедительно на основе фактического материала приводит их обоснования.

В заключение хотелось бы отметить актуальность, научную новизну и прикладную ценность разработанных автором методик. Достоинством является возможность их практического применения при геологическом изучении и разведке золоторудных и прочих объектов недропользования.

Диссертация П.И.Кушнарева, представленная на соискание степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10, соответствует требованиям ВАК. Автореферат соответствует диссертации.

Директор по геологии  
и минерально-сырьевым ресурсам ГРК «Западная»

А.В. Верхозин

*«Генерал А.В. Верхозин заверяю  
Начальник отдела экспертизы в г. Москве  
Илюмова С.Н.»*

11.10.2022

