



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
"ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ ПО ЗАПАСАМ ПОЛЕЗНЫХ  
ИСКОПАЕМЫХ"  
(ФБУ "ГКЗ")**

Большая Полянка, 54, стр.1, подъезд 2, Москва, 119180  
тел./факс (495) 780-30-54 / 230-73-44. E-mail: [gkz@gkz-rf.ru](mailto:gkz@gkz-rf.ru)  
ОКПО 17331178, ОГРН 1027739217770  
ИНН/КПП 7706030458/770601001

**Отзыв 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**

Кушнарев П.И. много лет является ведущим экспертом ФБУ «ГКЗ» в управлении твердых полезных ископаемых. Им выполнено более 200 экспертиз по ТЭО кондиций и подсчету запасов рудных и нерудных месторождений, наибольшая доля из которых приходится на золоторудные месторождения (более 100 экспертиз). Огромный опыт, глубокое знание проблем геолого-экономической оценки и понимания путей их решения позволили автору выполнить работу, отвечающую требованиям **актуальности, новизны и практической значимости.**

К первому свойству можно отнести решение проблемы количественной оценки степени разведанности запасов, которая определяет основные затраты на проведение геологоразведочных работ и риски, связанные с освоением и эксплуатацией месторождения, и позволяет недропользователю принимать обоснованные оценочные и проектные решения.

Второе свойство диссертационной работы прежде всего заключается в том, что автор предлагает рассчитывать параметры определения среднего содержания полезного компонента по его содержанию в рядовых пробах (композиатах) одинаковой длины. Также все оценки погрешностей подсчета запасов выполнялись по параметрам по пересечению рудного тела (залежи), состоящему из нескольких проб. Проба же является элементарным носителем исходной информации о наблюдаемой изменчивости содержания полезного компонента.

Кушнарев П.И. впервые для классификации разных месторождений золота применил принципы фрактальной геометрии, позволяющие определять сложность морфологии и степень прерывистости оруденения.

Выведенные автором формулы и составленные группировки золоторудных месторождений позволяют оценивать возможные ошибки геометризации уже на ранних стадиях геологоразведочного процесса.

Третье свойство работы заключается в том, что автором не только сформулированы и обоснованы основные научно-методические принципы количественной оценки разведанности, но и разработаны конкретные решения по ее определению, обоснованы предельные значения погрешностей оценки среднего содержания и ошибок геометризации для различных категорий запасов.

Диссертационная работа Кушнарера П.И. хорошо структурирована и состоит из введения, 6 глав и заключения. Первые две главы содержат анализ особенностей геологического строения золоторудных месторождений. Автором рассмотрены практически все значимые объекты, составляющие основу современной минерально-сырьевой базы Российской Федерации и представляющие практически все геолого-морфологические типы. Это Сухой лог, Наталка, Олимпиадинское, Кючус, Купол, Павлик, Нежданинское и др. Наибольшее внимание уделено большеобъемным месторождениям: штокверкам, минерализованным зонам, составляющим в настоящее время основную часть ресурсов золота страны и мира.

Автором также выполнен полноценный критический анализ существующих подходов и методик определения степени разведанности.

Следующая 4 глава посвящена рассмотрению и обоснованию 4 выдвинутых положений.

***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.***

***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, 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  $C_1$  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.*

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

Все тезисные положения, выдвинутые в работе, можно считать обоснованными и доказанными, что, в первую очередь, определяется широким спектром методов, использованных для их доказательства, как традиционных, так и современных, включая новые разработанные автором.

Глубокие знания методов математической статистики, теории вероятностей, геостатистики, фрактальной геометрии, понимание проблем геолого-экономической оценки позволили автору совместить все лучшее, проверенное многолетним опытом проведения геологоразведочных и эксплуатационных работ в СССР и России, с современными требованиями горнодобывающей промышленности и необходимостью интеграции с зарубежными подходами к решению данной проблемы.

Следует сделать определенные замечания, носящие редакционный характер и не снижающие высокой оценки диссертационной работы:

1. Степень разведанности месторождений, влияющая на возможные риски его освоения, не ограничивается только надежностью определения цифр запасов, средних подсчетов параметров и пространственного положения оруденения, но и включает достоверность изученности гидрогеологических, инженерно-геологических, экологических условий и технологических свойств, лежащих в области применения других научных дисциплин, поэтому в данной работе рассматривается именно степень разведанности запасов.

2. Возможные риски освоения месторождения определяются не только надежностью и детальностью определения морфологии, пространственного положения оруденения и погрешностями оценки его средних параметров, но и, в первую очередь, качеством первичных материалов, выполняющих геологическую документацию, результаты опробования и аналитических работ. Автор сознательно уходит от этого вопроса, так как в методических рекомендациях ГКЗ четко сформулированы требования к определению их качества и предела возможных погрешностей их оценки. Как показывает многолетняя практика разведки и эксплуатации рудных месторождений, выполнение этих требований обеспечивает надежное качество материалов для последующей геолого-экономической оценки. Факты неподтверждения запасов, в основном, связаны с недостаточной степенью разведанности, чему и посвящены исследования автора

3. Третий тезис нуждается в небольшой редакции. Следует исключить слова: «Что может считаться допустимым для планирования ГРП на ранних стадиях». Для конкретного типа и масштаба месторождения требования к погрешностям определения среднего содержания не должны зависеть от стадии геологоразведочных работ, а оставаться постоянными для каждой категории запасов на протяжении всего процесса изучения. От стадии изучения объекта зависит только необходимая и достаточная доля той или иной категории запасов.

Основные положения диссертационной работы Кушнарера П.И. упомянуты в 26 публикациях в журналах, рекомендованных Высшей Академической Комиссией, а также вынесены на обсуждения в многочисленных докладах, сделанных автором на различных российских и международных конференциях. Он является автором (соавтором) ТЭО кондиций и подсчета запасов таких крупных месторождений, как Сухой лог, Наталка и др.

Отдельные положения диссертационной работы уже используются специалистами для обоснования степени разведанности запасов, представляемых на государственную экспертизу. Разработанные автором методы оценки степени разведанности золоторудных

месторождений носят универсальный характер, и после небольшой адаптации могут применяться для месторождений железа, меди, полиметаллов, олова, вольфрама и многих других металлов.

Они необходимы для обоснования оптимальной геометрии разведочной сети при проектировании геологоразведочных работ, так как большинство случаев недоразведанности месторождений связаны с недочетами в проектировании.

Следует рекомендовать автору на основе данной диссертации составить и опубликовать монографию.

Кушнарев П. И. много лет является авторитетным специалистом в области изучения и оценки месторождений твердых полезных ископаемых и пользуется заслуженным уважением в геологической среде. Его разработки будут учтены при составлении новой классификации запасов твердых полезных ископаемых и методических рекомендаций по ее применению для конкретных типов месторождений.

Представленная работа соответствует требованиям Высшей Академической Комиссии, а ее автор Кушнарев Пётр Иванович заслуживает присвоения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специализации 1.6.10 «Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения».

Автореферат диссертации соответствует.

Генеральный директор  
д.т.н, к.г-м.н, профессор



И. В. Шпуров

Заместитель генерального директора

В.В. Шкиль

Начальник Управления запасов ТПИ –  
главный геолог

А.Б Лазарев