

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Кушнарера Петра Ивановича** «Научно-методические основы количественной оценки разведанности золоторудных месторождений» на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности **1.6.10 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»**

Работа выполнена в Федеральном Бюджетном государственном учреждении «Всероссийский институт минерального сырья им. В.М.Федоровского (ФБГУ «ВИМС»).

Актуальность работы. В настоящее время основным способом оценки разведанности запасов/ресурсов месторождений является метод экспертных оценок. Экспертная оценка выполняется специалистами, ведущими геологоразведочные работы и корректируется экспертами ГКЗ или сотрудниками специализированных консалтинговых, научных и производственных организаций. Оценка разведанности запасов/ресурсов тесно связана с обоснованием параметров (геометрии) разведочной сети и квалификацией запасов по отдельным объектам и блокам. Экспертная оценка, основана на методе аналогии, который обобщает опыт разведки и разработки большого числа месторождений различных видов полезных ископаемых. При данной оценке решающим фактором является практический опыт и научные знания отдельных экспертов, в отечественной геологической отрасли, или Компетентной Персоны, членов признанных международных сообществ. Экспертная оценка носит, по большей части, субъективный характер, что отчетливо видно при сопоставлении отечественных категорий запасов с категориями, принятыми за рубежом. Возникающие разногласия в оценке при данном сопоставлении возможно устранить/минимизировать только на базе одинаково понимаемых показателей или критериев разведанности. Предполагается, что количественная оценка разведанности запасов/ресурсов позволит исключить/минимизировать субъективный фактор экспертной оценки, что позволит повысить достоверность оценки запасов/ресурсов месторождений на разных этапах/стадиях геологоразведочных работ.

Таким образом, диссертационная работа по внедрению в геологоразведочную практику научно-методических основ количественной оценки разведанности золоторудных месторождений, является *актуальной*.

Научная новизна. Разработка разных методов количественной оценки разведанности месторождений различных генетических и промышленных типов производится в течение длительного времени. В данной работе обобщен опыт предыдущих исследователей и предложен целый ряд собственных уникальных разработок, опирающихся на статистические и

геостатистические методы исследования большого количества золоторудных объектов разного масштаба и различающиеся по геологическому строению, разведке и способам отработки.

В диссертационной работе доказана возможность применения принципов фрактальной геометрии, для решения задач разведки и оценки месторождений, количественного описания на этой основе морфологических и других свойств объектов. Подходы фрактальной геометрии, теоретические положения которой широко используются при решении задач многих научных дисциплин, ранее широко не применялась для целей разведки и геолого-экономической оценки.

Автором диссертационной работы обоснованы приемы аналитического расчета параметров разведочной сети при разных требованиях к точности оценки средних содержаний для запасов определенных категорий и разработаны способы оценки ошибок геометризации при отсутствии участков детализации и, в том числе, с использованием фрактальной размерности.

На основе большого объема интерпретированной информации обосновано применение вариограмм и определена роль их индикатора как показателя размеров рудных тел при разных значениях бортовых лимитов. Характеристики вариограмм, в том числе расстояния для разных уровней относительной дисперсии, зарубежными авторами часто предлагаются для классификации запасов/ресурсов.

Автором установлены предельные значения критериев разведанности для запасов разных категорий и определена зависимость их значений от экономических рисков освоения объектов.

Защищаемая работа отвечает *требованиям научной новизны*.

Достоверность результатов исследований В основу диссертации положен значительный объем фактической информации по геологическому строению, разведке и отработки ряда золоторудных месторождений, в том числе таких как Павлик, Наталка, Сухой Лог, Олимпиадинское, Вернинское, Дегдекан, Голец Высочайший, Тарынское, Дrajное, Чертово Корьпо и др. Автор принимал личное участие в проведении геологоразведочных работ на ряде золоторудных объектов РФ с представлением отчетных материалов в ГКЗ РФ, участвовал в научно-исследовательских работах на золоторудных месторождениях Узбекистана и России, в качестве внештатного эксперта ГКЗ составлял экспертные заключения по золоторудным объектам. Также автором широко использовался опыт изучения и квалификации запасов/ресурсов золоторудных месторождений за рубежом на основе документов публичной отчетности. Результаты *достоверны и обоснованы* большим объемом материалов.

Практическое и теоретическое значение работы. В настоящее время определение степени разведанности запасов/ресурсов опирается преимущественно на качественные подходы оценки, что не способствует корректности и объективности полученных выводов по категориям запасов/ресурсов, морфологии и изменчивости свойств объектов в сочетании с принятыми

параметрами разведочной сети.

Вместе с тем, на основе оценки разведанности запасов/ресурсов на месторождениях, в том числе золоторудных, принимаются решения по инвестиционной привлекательности проектов и стоимостной оценке месторождений.

Концепция оценки разведанности запасов на основе количественных показателей, предложенная в защищаемой работе, опирается на выявление взаимосвязи свойств природных объектов с параметрами разведочной сети и показателями/критериями, определяющими возможность отнесения запасов/ресурсов по отдельным блокам и участкам к той или иной категории. К данным количественным показателям отнесены: морфологии рудных тел (мощность и средние размеры по падению и простиранию); соотношение размеров, определяющее анизотропию объекта; содержание полезных компонентов и их распределение в пространстве; фрактальная размерность или метрика Хаусдорфа (D), приведены рекомендации по способам ее оценки и определению на этой основе морфологических характеристик оруденения, а также оценке потерь и разубоживания; вариография, композитирование интервалов опробования и другие методы статистического и геостатистического анализа с рекомендациями по интерпретации их результатов. В работе предложена типизация золоторудных месторождений по сложности строения, в основу которой положены рассмотренные характеристики и показатели. Объектом оценки сложности строения при этом является не только месторождение в целом, но и его участки, отличающиеся морфологией рудных образований, особенно в условиях их оконтуривания по разным кондиционным показателям, что подразумевает более детальную характеристику объектов, основанную на количественных показателях, определение которых доступно на начальных стадиях работ. В типизации разработаны и определены оригинальные процедуры определения параметров разведочной сети с рекомендуемыми размерами (площадью ячейки) разведочной сети для категории С₁, которые связаны с изменчивостью содержаний и требованиями к точности их оценки. Процедура расчета параметров разведочной сети позволяет учитывать свойства конкретных объектов и разные требования к величине критериев разведанности. Данная процедура позволяет проводить работы по разрежению разведочной сети и интерпретации их результатов.

Разработанная количественная оценка разведанности запасов/ресурсов, вероятно, позволит минимизировать значение субъективных факторов оценки, уже на начальных стадиях геологоразведочных работ позволит оценить сложность геологического строения месторождения и вероятность распределения оруденения, морфологию, и на оценённых параметрах подобрать оптимальную разведочную сеть, что может значительно сэкономить средства при проведении геологоразведочных работ без снижения достоверности получаемых результатов. Для уже

разведанных месторождений имеется возможность получить более глубокое понимание изученности объекта и разведанности запасов/ресурсов без необходимости проводить детализационные работы, но при этом также не снижать достоверность получаемых результатов и категоричность запасов.

Исходя из вышеизложенного, работа имеет *практическое и теоретическое значение*.

Доказанность защищаемых положений. Выносимые на защиту положения являются доказанными, поскольку опираются на фактические многолетние исследования месторождений, различные методы и подходы к оценке данных месторождений. Используемые методы статистики, геостатистики, математического моделирования общепризнаны и находят применение не только в геологоразведке, но и в других областях народного хозяйства.

Основные положения диссертации изложены в 28 работах, опубликованных в рецензируемых журналах из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ.

Материалы диссертации в виде тезисов докладов и презентаций многократно представлялись на сайтах форумов, семинаров, конференций и Геовebinаров.

В целом представленная работа является законченным исследованием, обладающим научной новизной, содержащим значительно теоретическое и практическое значение и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям, а *Соискатель, Кушнарев Петр Иванович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»*

26.10.2022

Заслуженный геолог Российской Федерации

Вице-президент ИК «Арлан»

Аксенов С.А.



*Подпись Аксенова Сергея Алексеевича
Генеральный директор
АО «ИП» «Арлан»*

Баршев А.