

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.364.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ»,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета 24.2.364.02
от 01.11.2022 года, протокол № 01/11/2022

**О присуждении Кушнареву Петру Ивановичу, гражданину Российской Федерации,
ученой степени доктора геолого-минералогических наук.**

Диссертация «Научно-методические основы количественной оценки разведанности золоторудных месторождений» по специальности 1.6.10 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения принята к защите «23» июня 2022 года, протокол № 01/06/2022 диссертационным советом 24.2.364.02 (Д 212.121.04) созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.23 (приказ 105/нк от 11 апреля 2012 года).

Соискатель Кушнарев Петр Иванович, «22» января 1944 года рождения.

В 1967 году соискатель окончил Московский геологоразведочный институт с присвоением квалификации инженера по направлению «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» (МГРИ) (Диплом с отличием П № 850766 от 28.02.1967г.).

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук «Научно-методические основы поисков и разведки прибрежно-морских россыпных месторождений» защитил «09» февраля 1977 г. в диссертационном совете, созданным на базе Московского геологоразведочного института (диплом ГМ №001188).

«06» июля 1983 г. Решением высшей аттестационной комиссии при Совете министров СССР присвоено ученое звание доцента по кафедре методики поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (диплом ДЦ №064621).

На момент написания диссертации Кушнарев Петр Иванович являлся главным

специалистом отдела методики геолого-экономической оценки и разведки месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»).

Диссертация выполнена в отделе методики геолого-экономической оценки и разведки месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский институт минерального сырья им. В.М. Федоровского (ФГБУ «ВИМС»).

Официальные оппоненты:

Шумилин Михаил Владимирович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, почетный академик РАЕН, консультант Общества с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие "ГЕОСИГМА";

Душин Владимир Александрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геологии поисков и разведки месторождений полезных ископаемых Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет»;

Макаров Владимир Александрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геологии месторождений и методики разведки Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ», г. Москва), в своем положительном отзыве, подписанном научным руководителем Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов», доктором геолого-минералогических наук Ивановым Анатолием Иннокентьевичем и заведующим Отделением МСБ Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов», кандидатом геолого-минералогических наук Куликовым Даниилом Алексеевичем и утверждённым директором Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов», кандидатом геолого-минералогических наук Черных Александром Ивановичем, указала, что диссертационная работа отвечает всем требованиям пп. 9-14 раздела II «Положения о

порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Кушнарев Петр Иванович, заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 28 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 28 работ:

1. **Кушнарев П.И.** Опыт применения интервальных оценок для характеристики среднего содержания на примере одного из месторождений / **Кушнарев П.И.**, Сидорков Е.А. // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1967. – № 4. – С. 67-70.

2. Каждан А.Б. Некоторые вопросы методики разведки и опробования прибрежно-морских россыпных месторождений / Каждан А.Б., Кащеев Л.П., **Кушнарев П.И.** // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1974. – № 1. – С. 92-98.

3. Кащеев Л.П. О выборе разведочной сети при разведке прибрежно-морских россыпных месторождений / Кащеев Л.П., **Кушнарев П.И.** // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1975. – № 11. – С. 115-120.

4. Викентьев В.А. О главных факторах, определяющих степень разведанности запасов месторождений твердых полезных ископаемых / Викентьев В.А., **Кушнарев П.И.** // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1978. – № 6, С. 80-85.

5. Викентьев В.А. Об ошибках геометризации и способах оконтуривания тел полезных ископаемых / Викентьев В.А., Воронцов В.А., **Кушнарев П.И.**, Ясковский П.П. // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1978. – № 8. – С. 83-89.

6. Викентьев В.А. О свойствах ошибок геометризации / Викентьев В.А., Воронцов В.А., **Кушнарев П.И.**, Ясковский П.П. // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1979. – № 2. – С. 77-84.

7. Викентьев В.А. Оценка степени разведанности прерывистого оруденения (статья 1) / Викентьев В.А., Воронцов В.А., **Кушнарев П.И.**, Ясковский П.П. // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1981. – № 6. – С. 87-94.

8. Викентьев В.А. Оценка степени разведанности прерывистого оруденения (статья 2) / Викентьев В.А., Воронцов В.А., **Кушнарев П.И.**, Ясковский П.П. // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1981. – № 10. – С. 84-90.

9. Будрик В.Г. Количественное изучение рудных образований и факторов рудоконтроля / Будрик В.Г., **Кушнарев П.И.**, Петров В.И. // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1982. – № 8. – С. 91-98.

10. Викентьев В.А. Оконтуривание прерывистого оруденения при подсчете запасов

месторождений. / Викентьев В.А. Воронцов В.А., **Кушнарев П.И.**, Ясковский П.П. // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1982. – № 7. – С. 83-88.

11. **Кушнарев П.И.** Обоснование рационального объема проб при разведке россыпных месторождений / **Кушнарев П.И.** // Известия ВУЗов, Геология и разведка. – 1984. – №9. – С. 72-77.

12. Демченко Н.Н. Блочное моделирование запасов Наталкинского золоторудного месторождения и проектирование оптимального карьера / Демченко Н.Н., Маркевич В.Ю., Кушнарев А.П., **Кушнарев П.И.** // Руды и металлы. – 2006 г. – № 2. – С. 29-36.

13. Воропаев В.И. Проблемы использования блочного моделирования в отечественной практике подсчета запасов / Воропаев В.И., **Кушнарев П.И.**, Ежов А.И. // Недропользование XXI век. – 2007. – № 3. – С. 15-21.

14. Жидков С.Н. Об использовании компьютерного моделирования при подсчете запасов / Жидков С.Н., Бабина Т.О., **Кушнарев П.И.**, Маркова Н.С. // Недропользование XXI век. – 2007. – № 6. – С. 30-33.

15. Воропаев В.И. Разведанность и классификация запасов; нерешенные проблемы / Воропаев В.И., Ежов А.И., **Кушнарев П.И.** // Недропользование XXI век. – 2009. – № 6. – С. 23-28.

16. Будрик В.Г. Применение методов геостатистики и горно-геологических информационных технологий при госэкспертизе запасов рудных месторождений; проблемы и решения / Будрик В.Г., Гуськов О.И., Ежов А.И., **Кушнарев П.И.**, Маркевич В.Ю. // Недропользование XXI век. – 2010. – № 1. – С. 37-43.

17. Григоров С.А. Геохимическая разведка / Григоров С.А., **Кушнарев П.И.** // Недропользование XXI век. – 2010. – № 5. – С. 26-33.

18. **Кушнарев П.И.** Приемы блочного моделирования при разработке ТЭО кондиций / **Кушнарев П.И.**, Градовский И.И. // Недропользование XXI век. – 2014. – № 1. – С. 43-49.

19. Бабина Т.О. Влияние точности анализов на оконтуривание оруденения / Бабина Т.О., **Кушнарев П.И.** // Недропользование XXI век. – 2015. – № 6. – С. 84-89.

20. **Кушнарев П.И.** Методическое обеспечение условий блочного моделирования в стандартах ГКЗ РФ / **Кушнарев П.И.** // Геология и охрана недр, Алматы, «КазГео». – 2015. – №2(51) . – С. 39-43

21. **Кушнарев П.И.** Современные способы подсчета запасов и геолого-экономической оценки месторождений твердых полезных ископаемых / **Кушнарев П.И.** // Разведка и охрана недр. – 2018. – № 2. – С. 23-28.

22. **Кушнарев П.И.** Новая Классификация запасов и прогнозных ресурсов ТПИ и

Положение о стадийности ГРР: проблемы, связанные введением их в действие / **Кушнарев П.И.**, Анненкова Т.Е., Иванов С.Н., Казанов О.В. // Недропользование XXI век. – 2019. – №2 (71). – С. 106-112.

23. Иванов С.Н. Оценка разведанности запасов твердых полезных ископаемых / Иванов С.Н., **Кушнарев П.И.** // Недропользование XXI век. – 2019. – №2 (71). – С. 82-92.

24. **Кушнарев П.И.** Обоснование геометрии разведочной сети и квалификация запасов (на примере золоторудных месторождений) / **Кушнарев П.И.** // Недропользование XXI век. – 2019. – №5 (74). – С. 39-47.

25. **Кушнарев П.И.** Применение методов фрактальной геометрии для оценки потерь и разубоживания при разработке месторождений сложного строения / **Кушнарев П.И.**, Сытенков В.Н., Чичерина А.Г. // Рациональное освоение недр. – 2020. – № 5. – С. 64-72.

26. Иванов С.Н. Фрактальная геометрия при решении задач разведки и оценки месторождений твердых полезных ископаемых / Иванов С.Н., **Кушнарев П.И.** // Разведка и охрана недр. – 2021. – № 7. – С. 38-44.

27. **Кушнарев П.И.** Анализ погрешностей оценки запасов золоторудных месторождений / **Кушнарев П.И.** // Разведка и охрана недр. – 2021. – №4. – С. 49-55.

28. **Кушнарев П.И.** Объекты оценки сложности геологического строения месторождений твердых полезных ископаемых / и, Лазарев А.Б. // Разведка и охрана недр. – 2021. – № 9. – С 52-57.

Основные результаты работы докладывались Международных форумах Minex (2006-2016), Международном семинаре ГКЗ-КРИРСКО (2012), Евразийской Конференции (Минск, 2016, 2018), Всероссийских семинарах ЦКР-ГКЗ, семинарах МинГео Сибирь (2010-2021), Первой Всероссийской научно-практической конференции «Золото, Полиметаллы XXI век» (Челябинск, 2019г). Материалы диссертации в виде тезисов докладов и презентаций представлялись на сайтах форумов, семинаров и конференций. Они излагались также на Геовебинарах (2021-22).

В диссертации процент заимствования составляет 0 %, цитирования – 9 %, самоцитирования – 6 %, оригинальности – 85 %.

На диссертацию и автореферат поступило 10 (13) отзывов все положительные, среди них 4 (6) с замечаниями:

1. Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), член-корреспондент РАН,

доктор геолого-минералогических наук **Петров Владислав Александрович**, отмечает:

Необходимо указать на излишне большой объем текста, посвященный рассмотрению состояния вопросов геолого-экономической оценки месторождений и их разведанности.

2. Доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых Геологического факультета МГУ, профессор, академик РАН, **Старостин Виктор Иванович** и кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых Геологического факультета МГУ **Богуславский Михаил Александрович**, отмечают:

Работа хорошо структурирована. Автореферат недостаточно иллюстрирован, видимо, из-за нехватки места, однако, сама диссертация содержит необходимые иллюстрации.

Доказывая один из тезисов важности использования геостатистического подхода, автор ссылается на зарубежный опыт оценки алмазности кимберлитовых тел с использованием наличия пропорциональности между количеством кристаллов алмазов в пробах и их крупностью, которая позволяет оценивать степень алмазности объекта на ранних стадиях геолого-разведочных работ. Не оспаривая значимость геостатистики, но от этого метода пришлось отказаться из-за нескольких значимых исключений.

Тезис о группировке месторождений основанный на объеме производительности предприятия вызывает вопросы и сомнения. Во-первых, объем месторождения может быть большой, но по какой-то причине отрабатывается очень незначительная часть или средний по размеру объект отрабатывается предприятием с огромной годовой производительностью, то есть ставить размер производительности при оценке геологии в целом не выглядит корректно.

Автор предлагает деление месторождений по степени изменчивости содержания можно условно разделить на низкую, средней, высокую и весьма высокую. По величине коэффициента вариации это соответствует значениям: менее 150%, 150-250%, 250-350% и более 350%. Есть крупные месторождения золота с коэффициентом вариации около 80 % и их не корректно разведывать так же, как и месторождения с коэффициентами вариации 150 %. Стоит ли ставить именно эти цифры в градации и чем они обоснованы?

Есть несколько вопросов к переходу на пробы длиной 1 м на основании того, что изменчивость содержания всегда обнаруживает связь с параметрами опробования; и особенно сильно на ней сказывается длина проб, по которым выполняется изучение

изменчивости. Автором предложено в случае, если длина проб или композитов отличается от 1 м, в величину коэффициента вариации вносится поправку, учитывающую этот фактор. В целом, к сожалению, в практике современного моделирования не редко производится сквозной учет проб бороздовых, керновых и даже валовых без учета размера. Это методически не верно. Еще в работах Четверикова, Прокофьева и т.д. показана необходимость учета размера пробы, причем желательно вводить понятие «линейного эквивалента» для объективной оценки разных проб, а не простой поправочный коэффициент в величину коэффициента вариации. Выход на порог, а значит и вид вариограмм тоже зависит от размера исходной пробы, поэтому к этому нужно относиться очень аккуратно. Также стоит отметить, что если пробы взяты методически верно, то размер пробы не влияет на коэффициент вариации.

В работе очень мало внимания уделено влиянию геометрии сети на окончательный вариант отрисовки рудных тел, поэтому отсутствие анализа этого влияния может исказить те объективные критерии, которые предлагаются автором диссертации.

3. Почетный разведчик недр, почетный эксперт ГКЗ, кандидат геолого-минералогических наук, пенсионер, внештатный эксперт ФБУ ГКЗ, **Фоменко Александр Евгеньевич**, отмечает:

Методика исследований в автореферате изложена сжато с перечислением 6 пунктов:

- анализ практического опыта оценки месторождений,
- обобщение данных публичной отчетности, научно-технической литературы – отечественной и иностранной;
- статистический анализ геологоразведочных данных,
- геостатистические исследования и блочное моделирование,
- графический анализ морфологии рудных образований с определением ошибок геометризации, с оценкой размерности объектов на основе положений фрактальной геометрии;
- проведение расчетов на основе разработанных алгоритмов.

При этом, не указано: какие аспекты исследований решены, а какие заслуживают дальнейшего изучения?

4. Генеральный директор Федерального бюджетного учреждения «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», доктор технических наук, кандидат геолого-минералогических наук, профессор **Шпуров Игорь Викторович**, заместитель генерального директора **Шкиль Вячеслав Васильевич** и начальник Управления запасов ТПИ – главный геолог **Лазарев Александр Борисович**, отмечают:

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 ГРР 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.

Отзывы без замечаний прислали:

1. Заслуженный геолог Российской Федерации Вице-президент Инвестиционной компании «Арлан» **Аксенов Сергей Алексеевич**.

2. Директор по геологии и минерально-сырьевым ресурсам Акционерного общества "Горно-рудная компания «Западная» **Верхозин Андрей Васильевич**.

3. Директор Департамента геологии Общества с ограниченной ответственностью «Рок Энд Милл» **Козлова Мария Алексеевна**.

4. Генеральный директор Общества с ограниченной ответственностью «Эксперт недр», кандидат технических наук, старший научный сотрудник **Кочергин Андрей**

Михайлович.

5. Президент компании Общества с ограниченной ответственностью «РГ Консалтинг» кандидат геолого-минералогических наук, заслуженный разведчик недр **Подтуркин Юрий Александрович.**

6. Заместитель генерального директора Акционерного общества «Полиметалл УК» по минерально-сырьевым ресурсам, **Трушин Сергей Иванович.**

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана научная концепция количественной оценки разведанности запасов золоторудных месторождений, позволяющая описывать сложность геологического строения объектов, обосновать параметры разведочной сети и осуществлять квалификацию запасов в подсчетных блоках.

Предложены:

- показатели для количественного описания морфологии рудных тел, в том числе размеры по направлениям изменчивости и фрактальная размерность;
- аналитические выражения для описания взаимосвязи значений критериев разведанности с показателями свойств геологических объектов и параметрами разведочной сети;
- алгоритмы для расчета параметров разведочной сети на основе количественных критериев разведанности и с учетом свойств изучаемых объектов;
- предельные значения погрешности оценки средних содержаний полезного компонента и ошибок геометризации для разных категорий запасов;
- оригинальные подходы к квалификации запасов в блоках.

Доказаны:

- перспективность применения точности оценки содержаний и ошибок геометризации как критериев разведанности; показана их универсальность относительно квалификации запасов в разных стандартах отчетности;
- необходимость отнесения оценок точности к объемам недр, сопоставимым с годовой/квартальной производительностью горнодобывающего предприятия;
- возможность описания сложности геологического строения по доменам или участкам месторождений.

Введено уточнение понятия «разведанность запасов», как характеристики связанной только с плотностью сети наблюдений (разведочной сети).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны:

– необходимость оценки изменчивости содержаний по пробам или композитам для целей обоснования разведочной сети;

– возможность использования аппарата математической статистики для оценки погрешности средних значений содержаний в условиях «усеченности» распределений и несоответствия их нормальному закону;

– возможность применения теоретических положений фрактальной геометрии и ее принципов для решения задач разведки и оценки месторождений;

– влияние масштаба объектов и способов его обработки, а также устойчивости проекта освоения месторождения на требования к величине критериев разведанности;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов, включающий:

– анализ и обобщение практического отечественного и иностранного опыта оценки месторождений;

– статистические и геостатистические исследования, включая блочное моделирование, по золоторудным месторождениям;

– графо-аналитическое определение фрактальной размерности золоторудных объектов разных морфологических типов;

– графическое определение ошибок геометризации для детальноразведанных объектов;

изложены

– результаты определения фрактальной размерности для разных морфологических типов золоторудных объектов;

– способы и результаты оценки ошибок геометризации в условиях отсутствия участков детализации, что характерно для ранних стадий ГРП;

– результаты изучения статистических и геостатистических характеристик оруденения для месторождений разных морфологических типов и масштабов;

– результаты расчета рекомендуемых параметров разведочной сети для оценки запасов категории C_1 по ряду месторождений;

– данные сопоставления категорий запасов, оцененных в разных стандартах.

Раскрыты:

– несостоятельность показателей, предлагавшихся ранее для количественного описания сложности геологического строения месторождений;

– некорректность изучения вариабельности содержаний по разведочным пересечениям;

– необоснованность предлагавшихся ранее погрешностей оценки запасов для квалификации по разным категориям.

Изучены:

- характеристики размерности Хаусдорфа для месторождений различных морфологических типов;
- ошибки геометризации по объектам и их связь с размерами рудных тел по направлениям изменчивости, а также с характеристиками вариограмм индикаторов;
- влияние закономерной составляющих дисперсии на оценку погрешности средних содержаний в конкретных условиях (по разведваемым объектам);
- влияние годовой производительности предприятия на фактические погрешности оценки средних содержаний для запасов категории C_1 и ресурсов категории indicated;
- связь допустимых погрешностей оценки средних содержаний с характеристиками экономической устойчивости проектов освоения месторождений.

Проведена модернизация:

- подходов к количественной оценке сложности геологического строения объектов, в результате которой обеспечивается более дифференцированный выбор объектов-аналогов для планирования геологоразведочных работ;
- подходов к интерпретации результатов разрежения разведочной сети;
- подходов к определению ожидаемых потерь и разубоживания с учетом фрактальной размерности объектов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработаны и внедрены алгоритмы расчета параметров разведочной сети для получения запасов разных категорий, а также приемы квалификации запасов в подсчетных блоках; разработки использованы в 5 отчетах, прошедших госэкспертизу.

Определены

- уровни допустимых относительных ошибок оценки содержаний для запасов разных категорий;
- предельные значения ошибок геометризации для запасов разных категорий.

Полученные значения критериев рекомендованы для практического использования при обосновании плотности разведочной сети и оценке категоричности запасов по блокам.

Создана система количественной оценки свойств исследуемых объектов, приемов обоснования разведочной сети и определения категоричности запасов, доступная для практического использования исполнителями проектов ГРР.

Представлены:

- рекомендации по изучению геологических особенностей объектов, в том числе морфологии рудных тел и изменчивости содержаний полезного компонента;
- рекомендации по способам оценки фрактальной размерности объектов;
- рекомендации по интерпретации результатов разрежения разведочной сети;
- подходы к определению размеров рудных тел по направлениям изменчивости на основе вариограмм индикаторов;
- типизация золоторудных месторождений для целей разведки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ расчеты проведены в программных продуктах Excel и Micromine, что допускает проверку воспроизводимости результатов;

теория построена на фактических материалах по отечественным месторождениям, непосредственно изучавшихся автором, а также проходившим госэкспертизу в ГКЗ; широко использовались результаты изучения месторождений за рубежом, изложенные в публичных отчетах;

идея базируется на анализе практики изучения золоторудных объектов и обобщении передового опыта квалификации запасов/ресурсов в отечественном и международных стандартах.

Использованы сопоставления:

- предельных значений критериев разведанности, предлагавшихся ранее и установленных на основе исследований автора, для запасов разных категорий;
- параметров разведочной сети, отмеченных в Методических Рекомендациях ... ГКЗ, и ее характеристик, полученных по авторской методике;
- величины ошибок геометризации, полученных эмпирическим методом, и ее значений, рассчитанных по авторской методике;
- квалификации запасов/ресурсов, принятых в отечественной и зарубежной практике разведки месторождений, и их квалификации, установленной по предлагаемой методике.

Установлено:

- близкое соответствие допустимой погрешности оценки средних содержаний, предлагаемых в работе для категории запасов C_1 , и для категории ресурсов indicated, установленных на основе фактических данных, заимствованных из публичных отчетов;
- совпадение рекомендуемых для золоторудных месторождений предельных значений ошибок геометризации с предельными ошибками геометризации для

урановорудных и других типов месторождений относительно заданных категорий запасов;

Качественное или количественное совпадение результатов, полученных автором, с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным.

Использованы современные методы сбора и обработки геологоразведочной информации, в том числе:

- работа с базами данных,
- статистические и геостатистические исследования, блочное моделирование;
- методы определения фрактальной размерности объектов;
- графо-аналитические приемы определения ошибок геометризации.

Личный вклад соискателя состоит в обобщении и анализе большого объема данных по конкретным золоторудным объектам, в 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.

Проведенные лично автором расчеты и графические построения включают:

- расчеты статистических и геостатистических характеристик изучаемых объектов;
- анализ результатов сопоставления данных разведки и эксплуатации;
- расчеты по разрежению разведочной сети;
- изучение и определение фрактальной размерности для объектов разных;
- морфологических типов;
- оценка ошибок геометризации эмпирическим методом, сравнение результатов с аналитическими данными.

Научные результаты, установленные в процессе проведения исследований, получены лично автором и являются оригинальными.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель Кушнарев Петр Иванович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании «01» ноября 2022 года диссертационный совет принял решение за разрешение проблемы методики количественной основы разведки золоторудных месторождений, включающую вопросы сложности их строения, разведочной сети, критериев разведанности и квалификации запасов

Присудить Кушнареву Петру Ивановичу ученую степень доктора геолого-минералогических наук.

Рекомендуется Кушнареву П.И. на основе данной диссертации составить и опубликовать монографию.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 1, не проголосовало с использованием информационно-коммуникационных технологий 0.

Председатель
диссертационного совета



Игнатов Петр Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ганова Светлана Дмитриевна

01.11.2022 г.