

**ПОКАЗАТЕЛИ СЛОЖНОСТИ
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТПИ;
ОТ ФОРМАЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ
К МАТЕМАТИЧЕСКИМ
МОДЕЛЯМ**

2021
НЕДРА

Изучение. Разведка. Добыча.



КУШНАРЁВ П.И.
Главный специалист ФГБУ «ВИМС»

БУДРИК В.Г.
Главный геолог ФГУ «ГКЗ»

- **ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ** является эффективным для выбора методики их изучения и определения параметров разведочной сети. Особое значение она имеет при проектировании геологоразведочных работ на ранних стадиях исследований.
- На основе оценки сложности, как правило, осуществляется **квалификация запасов по категориям разведанности.**
- Существующая **группировка месторождений по сложности их геологического строения** опирается на многолетний опыт оценки месторождений различных типов и является одним из достижений отечественной разведочной науки. Ее актуальность сохраняется и в настоящее время.

- В основу группировки месторождений положены размеры и морфологические признаки/особенности рудоносных образований, а также показатели изменчивости геологоразведочных параметров. Указанным свойствам даются, преимущественно, описательные, **качественные характеристики**.
- Их **количественная оценка**, относительно определенных групп объектов, предложена в *Методических рекомендациях по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов.. (2007г) для отдельных видов минерального сырья.*
- Использование количественных характеристик сложности геологического строения месторождений ***позволяет более корректно и объективно выбирать параметры разведочной сети и оценивать разведанность запасов.*** В конечном итоге они дают возможность оптимизировать затраты на проведение геологоразведочных работ при достижении заданной разведанности запасов.

2021

НЕДРА

Изучение. Разведка. Добыча.

В качестве количественной меры морфологических свойств объектов рассматриваются:

- **коэффициент рудоносности**
- **показатель сложности**
- **коэффициент вариации мощности**

Изменчивость содержаний описывается коэффициентом вариации, рассчитанным по рудным интервалам.

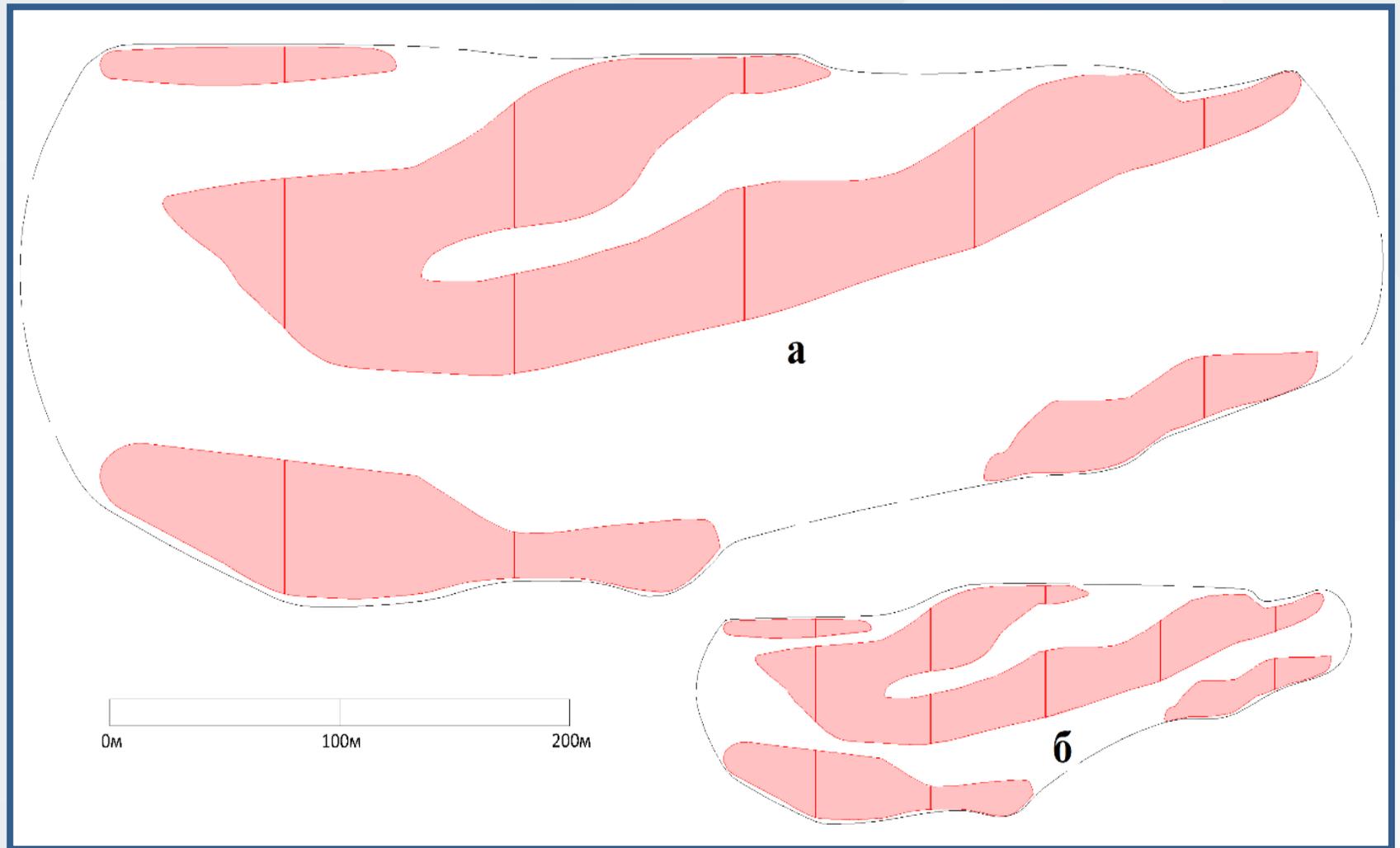
Главный недостаток предложенных показателей состоит в отсутствии среди них характеристик размеров рудных тел, положенных в основу группировки объектов по сложности строения.

Коэффициент рудоносности и показатель сложности не характеризуют природные свойства объектов и являются функцией плотности разведочной сети.

Коэффициент вариации мощности (V_m)

является недостаточной и спорной характеристикой сложности строения объектов.

Разные по размерам рудные тела могут характеризоваться одинаковой изменчивостью мощности.



Рудные тела разного размера, то есть фактически относящиеся к разным группам классификации ГКЗ, характеризуются одинаковой вариабельностью мощности.

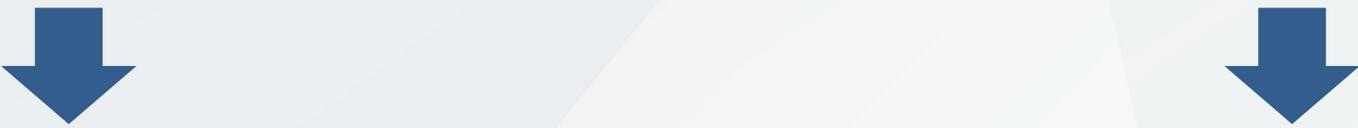
2021

НЕДРА

Изучение. Разведка. Добыча.

Коэффициент вариации содержаний (V_c), в существующей практике описания изменчивости геологоразведочных параметров, характеризуется по рудным интервалам (пересечениям). Такая оценка является несостоятельной, так как выборки являются неоднородными по другой важной характеристике – **длине рудного интервала**. В результате содержания, относящиеся к определенным интервалам, имеют разный статистический вес. Наличие взаимосвязи между мощностью и содержанием приводит к искажению статистических характеристик распределений.

Средние содержания компонентов, определяемые по таким выборкам как среднеарифметические оценки, не совпадают со средними оценками, вычисляемыми со взвешиванием на мощность рудных интервалов. Оценка дисперсии признака в этих условиях становится не корректной.



Таким образом, характеристики, предложенные для определения сложности геологического строения объектов, являются недостаточными и требуют коренного пересмотра.

Совершенствование подходов к оценке сложности строения геологических объектов должно базироваться на показателях, непосредственно связанных с параметрами разведочной сети и с требованиями к детальности изучения свойств объекта для разных категорий запасов. Такие требования реализуются в значениях **КРИТЕРИЕВ РАЗВЕДАННОСТИ**.

В настоящее время рассматриваются
два ведущих критерия разведанности:

погрешности в оценке
геологоразведочных параметров



связан с изменчивостью
характеристик оруденения

ошибки геометризации (ошибки в
определении пространственного
положения оруденения)



связан с морфологическими
особенностями рудных образований

СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЕЗНОГО КОМПОНЕНТА является наиболее важным (ведущим) признаком при изучении свойств объекта. Ошибки в его определении сказываются на результатах работы предприятия с первых дней его существования.

Оценка изменчивости содержания должна проводиться по пробам, которые несут главную исходную информацию о качестве руд. На основе данного коэффициента вариации можно осуществлять расчеты параметров разведочной сети даже на ранних стадиях геологоразведочных работ.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СЕТИ учитывает:

масштаб оруденения

изменчивость содержаний полезного компонента по пробам

требования к погрешности оценки средних содержаний для определенной категории запасов

- Ключевым моментом его применения является отнесение предельной погрешности к **блоку, сопоставимому с годовой производительностью рудника**

Анализ средних фактических погрешностей определения содержаний на уже разведанных золоторудных месторождениях, запасы которых прошли апробацию в ГКЗ, показывает, что для категории C_1 характерны значения, отмеченные в таблице.

Фактические относительные погрешности оценки содержаний для запасов категории C_1

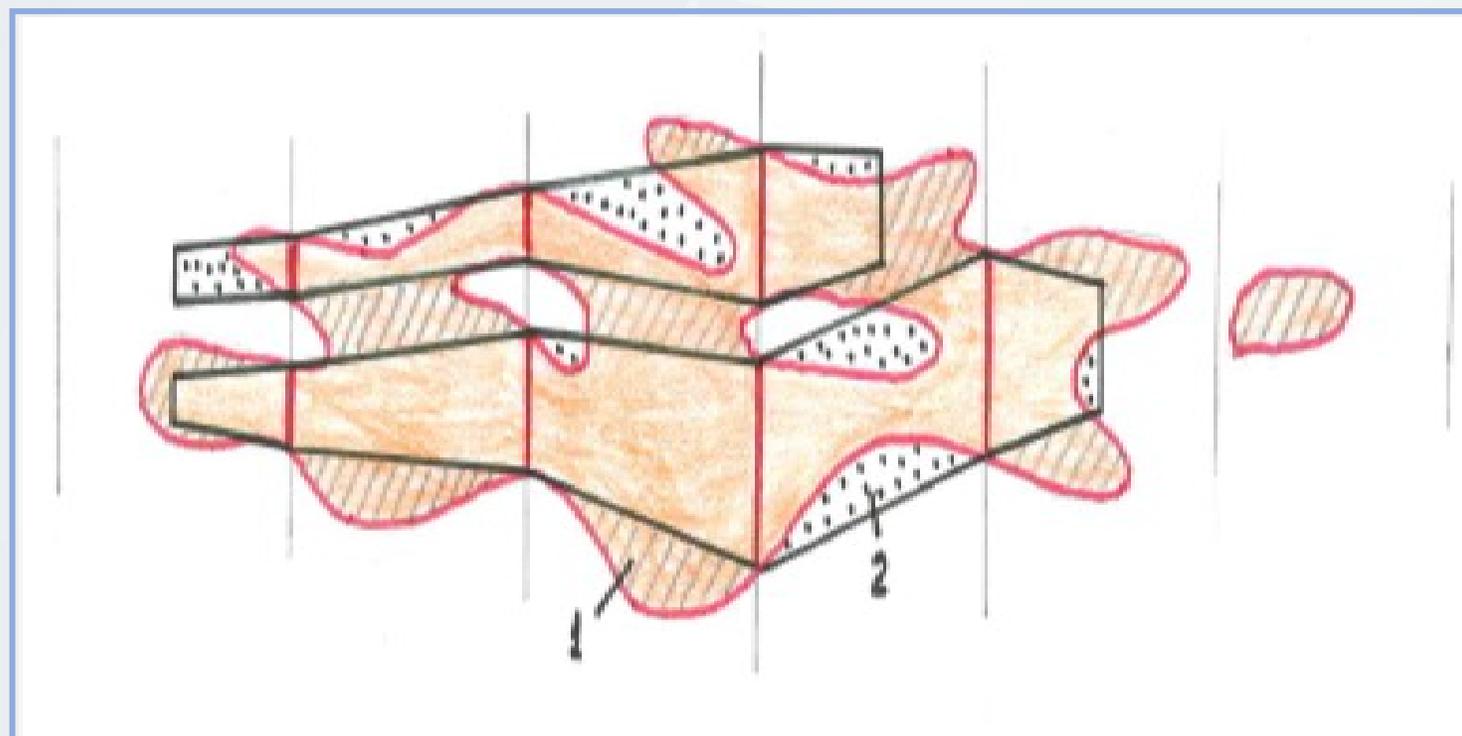
месторождения	произв. более 5 млн.т/год	произв. 1-5 млн.т/год	произв. \leq 1 млн.т/год
число объектов	8	17	21
отн. стандарт. откл.	9.3	10.3	15.7
дов. интервал при $t_{0.9}$	14.9	16.5	25.1

Примечание: величина доверительных интервалов приведена для сопоставления с подходами, применяемыми зарубежными специалистами.

На данном этапе исследований уровень этих погрешностей (относительные стандартные отклонения) может быть использован для расчета параметров сети по определенному алгоритму.

Объективной характеристикой сложности формы рудных образований являются **ОШИБКИ ГЕОМЕТРИЗАЦИИ**. Они определяют надежность увязки рудных интервалов при заданной плотности разведочной сети и оказывают влияние на корректность принятия горнотехнических решений, в том числе на определение величин потерь и разубоживания.

В то же время, среди существующих показателей сложности формы отсутствуют характеристики, позволяющие оценивать величину ошибок геометризации при выбранном шаге разведочной сети.



Определение ошибок геометризации методом разрезания:

- 1 - площади руды за пределами разведочного контура;
- 2 - участки пустых пород внутри разведочного контура.

В качестве одного из показателей сложности формы рудных образований предлагается использовать **фрактальную размерность D** или меру Хаусдорфа.

Исследования, проведенные на ряде золоторудных и других месторождений, показали (табл.), что **величина D** изменяется в пределах от **1 до 1.7** и имеет относительно узкий диапазон значений в пределах объектов определенного морфологического типа.

№№	Морфологический тип	месторождение	объект	D
1	штокверк	Павлик	планы гор-тов	1,46-1,52
2	штокверк	Мурун-тау	проекция залежи	1.457
3	штокверк	Жирекен	план гор-та	1,38-1,42
4	штокверк	Белая Гора	планы гор-тов	1,41- 1,44
5	штокверк	Березитовое	планы гор-тов	1.415- 1.47
6	минерализованная зона	Наталка	планы гор-тов	1.32-1.38
7	минерализованная зона	Албазино	планы гор-тов	1.27-1.32
8	минерализованная зона	Албазино	разрезы	1.22-1.429
9	минерализованная зона	Березняковское	план гор-та	1.36-1,43
10	залежь	Боковое	план гор-та	1,16 – 1,32
11	жилы	Дарасун	планы гор-тов	1,16 – 1,18
12	жилы	Дарасун	проекции	1,152- 1,21
13	жилы	Каральвеем	проекции	1,121-1,18

- Значения показателя размерности не зависят от величины бортового содержания и является достаточно стабильным относительно различных участков месторождения.

- Использование **фрактальной размерности D** , как классификационного признака при определении сложности формы рудных образований, позволяет на аналитической основе прогнозировать значения ошибок геометризации для выбранной разведочной сети и проводить ее корректировку. Кроме того, этот показатель может быть использован при оценке потерь и разубоживания в пределах отдельных выемочных единиц.
- Дополнительным признаком сложности строения объектов могут являться **характеристики вариограмм**, в том числе их «пороговые» расстояния. Предварительными исследованиями установлено, что шаг сети для категории C_1 , как правило, не превышает пороговых значений. Подобный критерий используется зарубежными исследователями при квалификации ресурсов. Изучение данного аспекта группировки месторождений следует продолжить.

ВЫВОДЫ

Существующие количественные показатели сложности геологического строения месторождений ТПИ являются несовершенными. На их основе не может выполняться аналитический расчет параметров разведочной сети и, соответственно, осуществляться выбор по аналогии.

Совершенствование подходов к оценке сложности строения геологических объектов должно базироваться на показателях, непосредственно связанных с параметрами разведочной сети и с требованиями к детальности изучения свойств объекта для разных категорий запасов

Классификационные признаки для группировки месторождений по сложности строения должны включать показатели сложности формы и характеристики изменчивости геологоразведочных параметров.

*К основным показателям формы следует относить: масштаб объектов (размеры образований по направлениям), и фрактальную размерность D .
Дополнительным признаком могут являться пороговые расстояния, определяемые по вариограммам.*

*Ведущей характеристикой изменчивости свойств является **коэффициент вариации содержаний**, определяемый по пробам фиксированной длины или композитам.*

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**