

Традиционные методы оценки запасов
и государственная экспертиза материалов подсчета в ГКЗ

Кушнарев П.И.

Традиционные методы являются ведущими в системе государственной экспертизы материалов подсчета запасов. Предпосылками их использования являются:

- большой опыт их применения в отечественной практике оценки запасов;
- относительная простота понимания методики подсчета и возможность проверки результатов;
- адаптация к правилам отечественного недропользования на всех стадиях изучения месторождений.

Применение традиционных методов в современных условиях существенно облегчается наличием программного обеспечения, позволяющего проводить подсчетные операции и создавать графические приложения. Использование по отношению к ним термина «ручной счет» совершенно неправомерно.

Главными особенностями подсчета запасов в нашей стране являются:

- проведение оценки минерального сырья по состоянию в недрах (без учета потерь и разубоживания);

- оконтуривание и подсчет на основе утвержденных кондиций, которые представляют собой инструмент регулирования взаимоотношений недропользователя и недровладельца (государства).

Эти требования, чаще всего, не совпадают с подходами, используемыми зарубежными аудиторами и инвесторами.

Основой для проведения подсчета запасов является *геологическая модель* объекта, отражаемая на графических приложениях, в 3-D формах и цифровых форматах, в виде блочных моделей признаков. Подробная характеристика моделей приводится в пояснительной записке.

Достоверность геологической модели определяется объемом и качеством исходных материалов, а также *квалификацией исполнителей*.

Основными подсчетными операциями являются:

- подготовка и проверка исходных данных;
- выделение пространства (объекта в целом) для оценки;
- оконтуривание рудных тел и выделение подсчетных объемов;
- вычисление подсчетных параметров (средних содержаний, мощностей, объемной массы, запасов руды и запасов полезного компонента);
- разделение запасов по установленным характеристикам (разведанности, балансовой принадлежности, условиям лицензирования и др.).

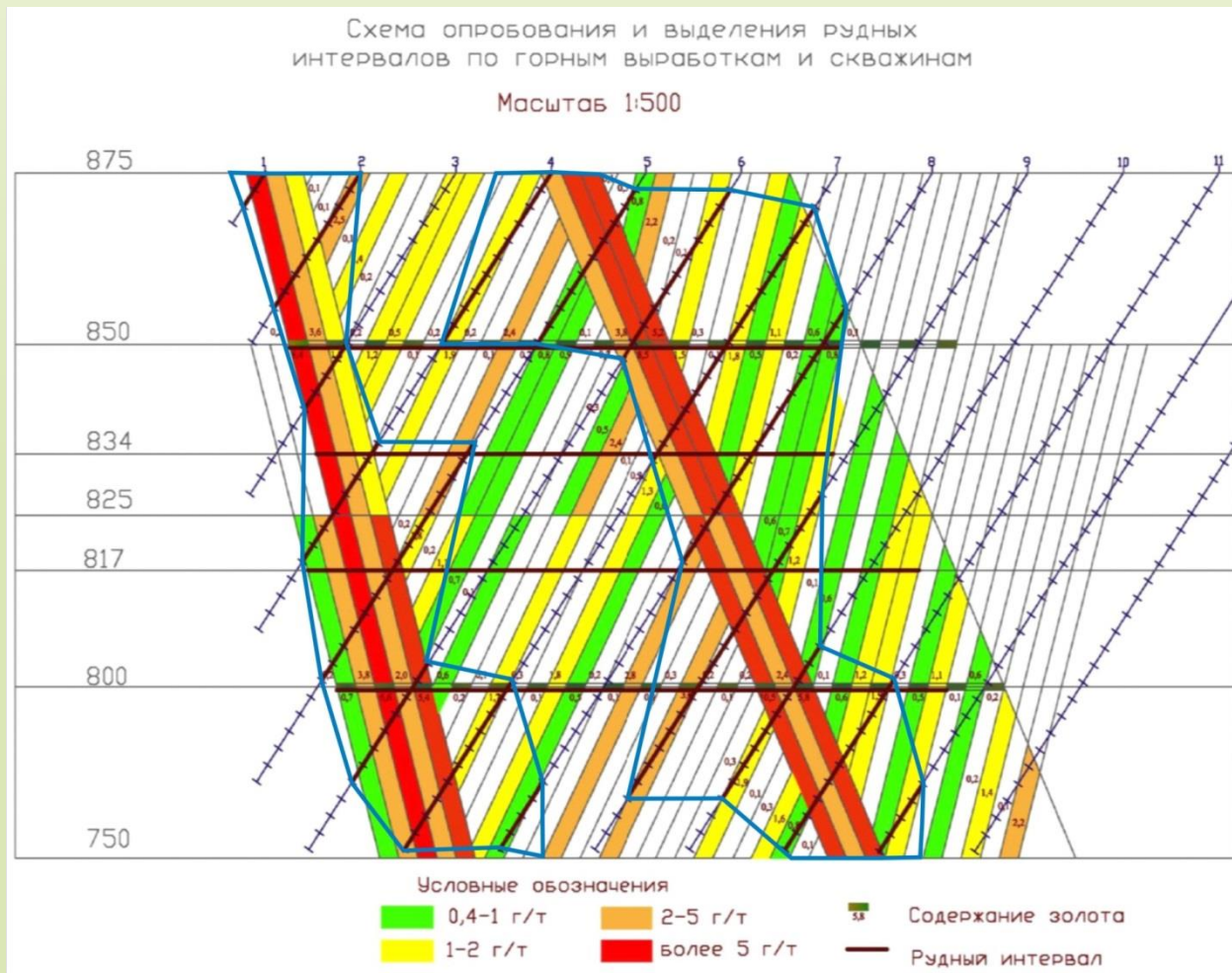
На каждой стадии работ могут допускаться различного рода *ошибки* или возникать *спорные вопросы*, решение которых не всегда имеет *методическое обеспечение*. Некоторые такие случаи будут рассмотрены на конкретных примерах.

На каждой стадии работ могут допускаться различного рода *ошибки* или возникать *спорные вопросы*, решение которых не всегда имеет *методическое обеспечение*.

Оконтуривание рудных тел производится по геологическим границам, или по границам, опирающимся на данные опробования (по бортовому содержанию).

При использовании кондиций в практике госэкспертизы возникают вопросы их соответствия геологическим условиям и требованиям горной технологии, а также вопросы правильности выделения самих рудных интервалов. Имеются также проблемы усреднения сближенных данных, использования результатов анализов, не соответствующих требованиям по качеству, замены пропущенных значений и т.п.

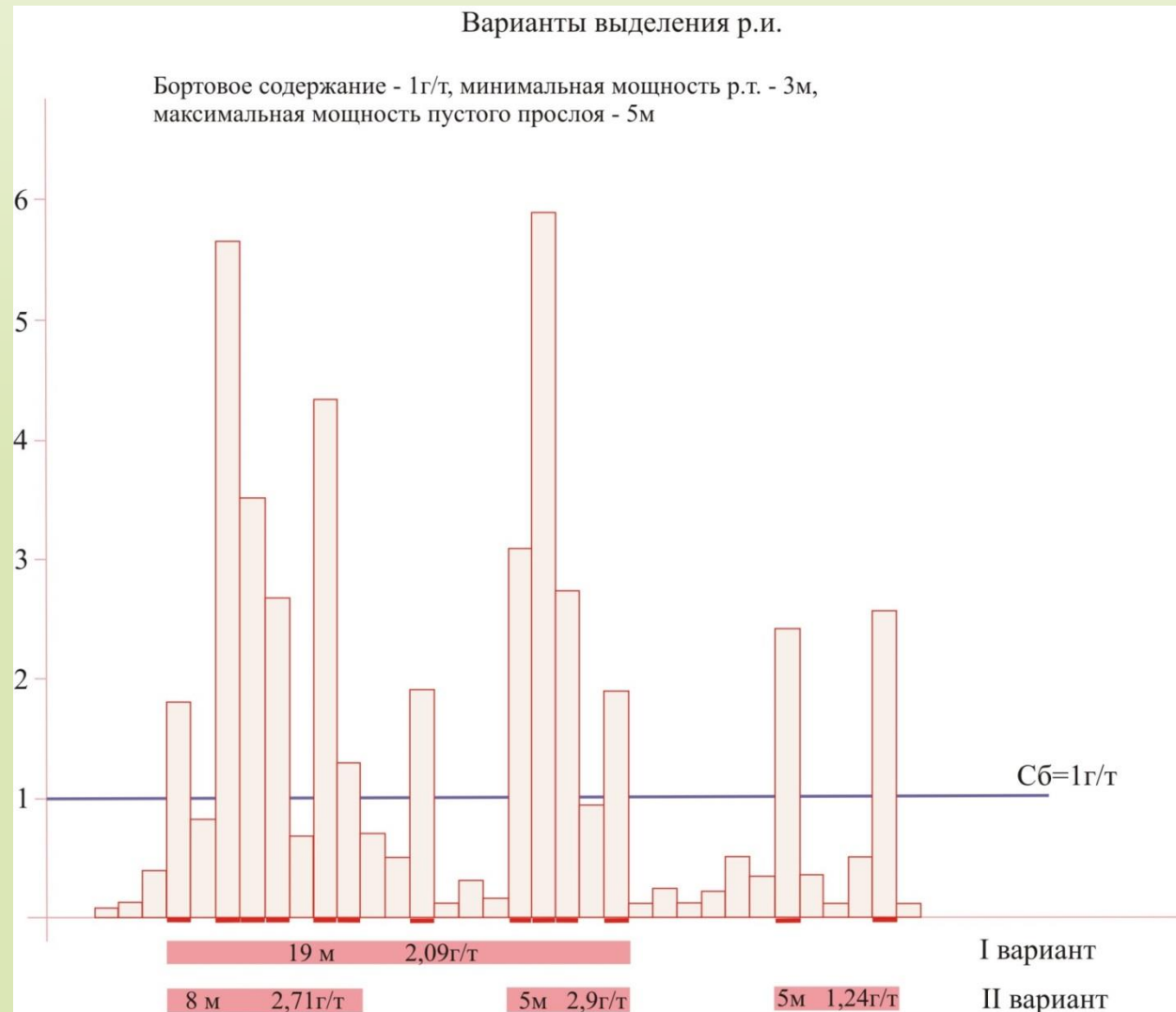
Геологический фактор – учет ориентировки рудоконтролирующих структур. При использовании кондиций к мощности пересчет на истинную (горизонтальную, вертикальную) мощность осуществляется далеко не всегда, особенно при подсчете коэффициентом рудоносности.



Требования горной технологии – при выборе минимальной мощности рудного тела и максимальной мощности пустого прослоя не всегда учитываются технические возможности принятых систем обработки.

Типичные ошибки в выделении рудных интервалов:

- включение в контур краевых интервалов, не удовлетворяющих бортовому содержанию;
- включение в контур «пустых» прослоев, мощностью больше, чем установленная максимальная мощность;
- выделение пустых прослоев, мощностью менее установленной



Задача усреднения особенно остро ставится при резком различии параметров в сближенных (до 2-3м) пересечениях. Причина – высокая изменчивость содержаний и недостаточная представительность проб.

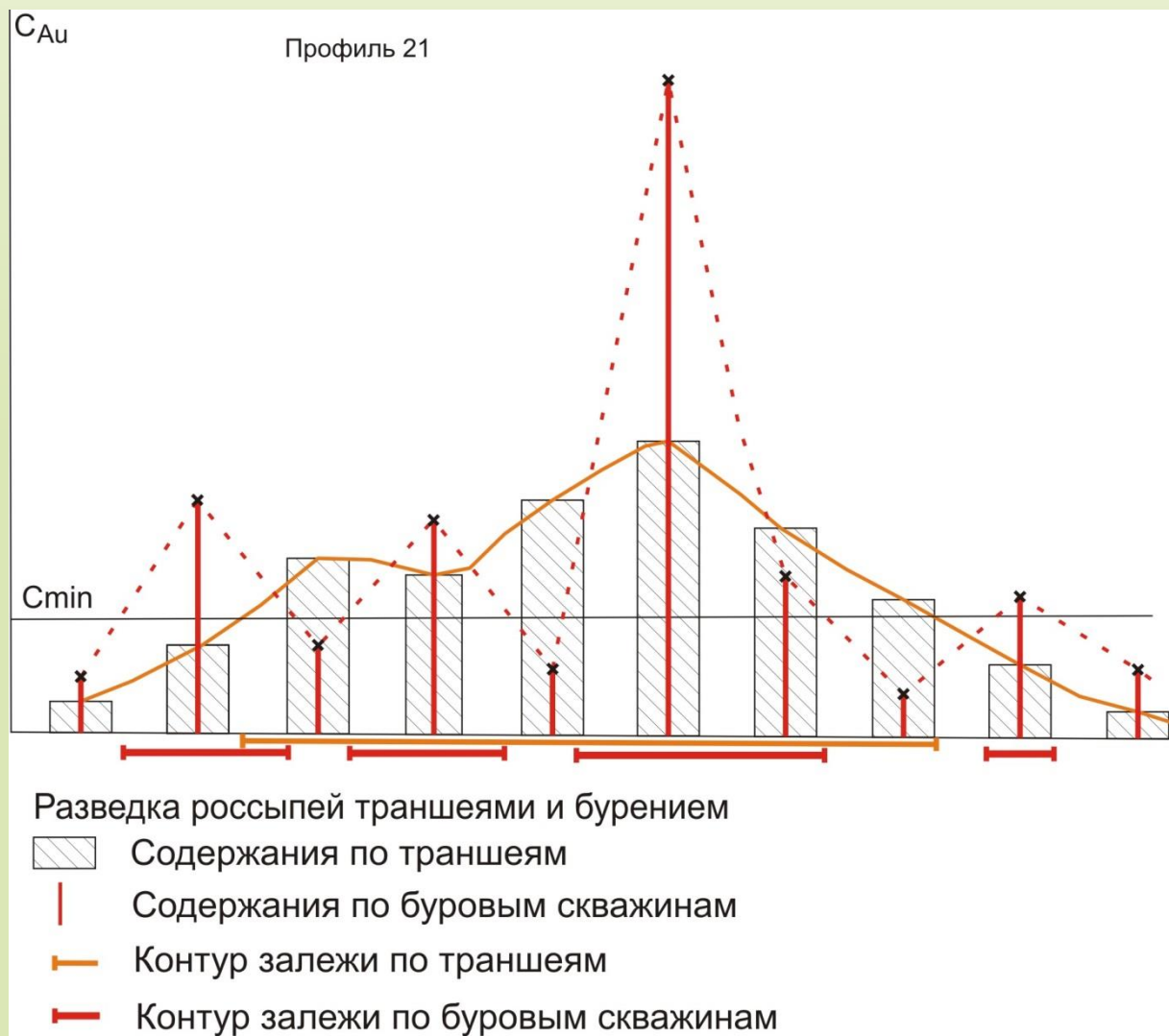
Одни из случаев «сближенности» пересечений – опробование по противоположным стенкам горных выработок или результаты опробования по половинкам керна

Цель – обеспечить надежное оконтуривание рудных тел и достоверность параметров.

Результаты оконтуривания по разным половинкам керна (Сб = 1г/т, Mr = 3м, Mp = 5м)

интервал, м		первая половинка		вторая половинка		обе половинки	
от	до	содержание, г/т	р. инт	содержание, г/т	р. инт	содержание г/т	р. инт
1	2	0,41		5,82		3,12	
2	3	1,82		0,16		0,99	
3	4	0,83		0,83		0,83	
4	5	9,46		0,3		4,88	
5	6	3,7		0,38		2,04	
6	7	2,65		8,55		5,6	
7	8	0,73		1,31		1,02	
8	9	5,82		1,82		3,82	
9	10	1,31		0,09		0,7	
10	11	0,77		0,73		0,75	
11	12	0,48		2,72		1,6	
12	13	1,91		0,41		1,16	
13	14	0,11		0,22		0,17	
14	15	0,3		2,75		1,53	
15	16	0,16		1,91		1,04	
16	17	3,55		2,65		3,1	
17	18	11,63		0,48		6,06	
18	19	2,75		0,47		1,61	
19	20	0,95		0,95		0,95	
20	21	2,12		0,51		1,32	
21	22	0,1		12,38		6,24	
22	23	0,22		0,11		0,17	
23	24	0,15		0,1		0,13	
24	25	0,2		3,55		1,88	
25	26	0,1		0,38		0,24	
26	27	0,38		0,15		0,27	
27	28	2,72		1,85		2,28	
28	29	0,38		0,08		0,23	
29	30	0,08		2,12		1,1	
30	31	0,47		0,2		0,34	
31	32	2,65		0,77		1,71	
32	33	0,09		3,7		1,9	
сумма		59		58,45		58,72	

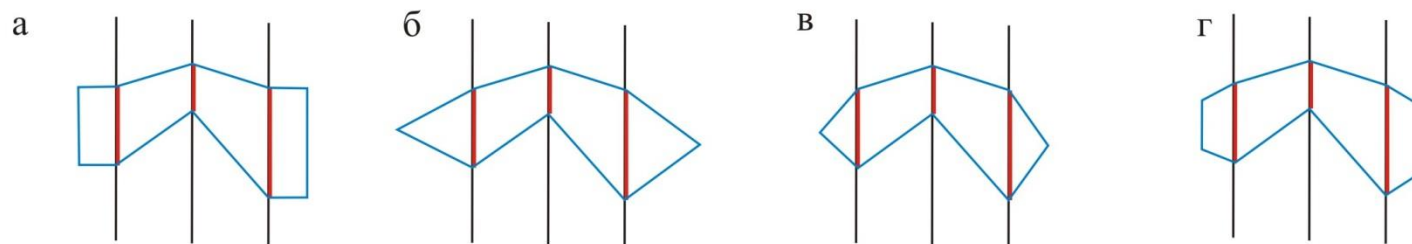
Использование непредставительных проб при оконтуривании выражается в искажении мощности и средних содержаний. Тенденция – завышение содержаний в сравнении с истинными.



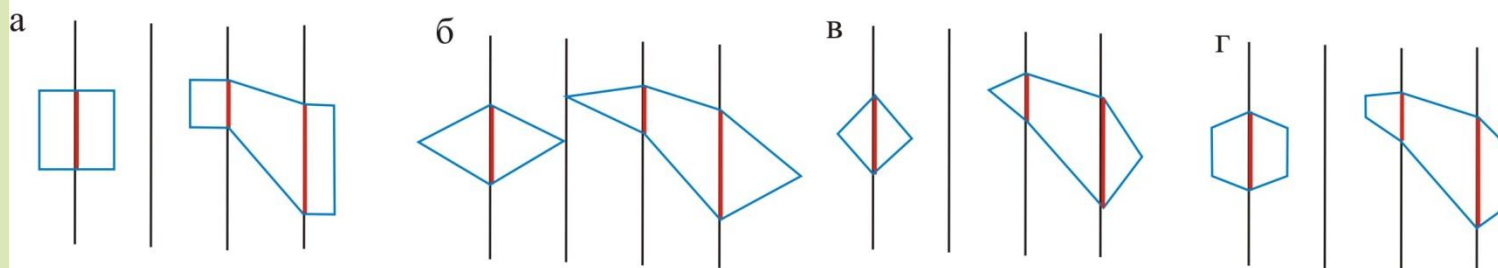
Выделение подсчетных объемов является не формализованной задачей и требует учета как геологических, так и горнотехнических факторов.

Примеры выклинивания рудных тел в разрезах.

Непрерывная рудная залежь



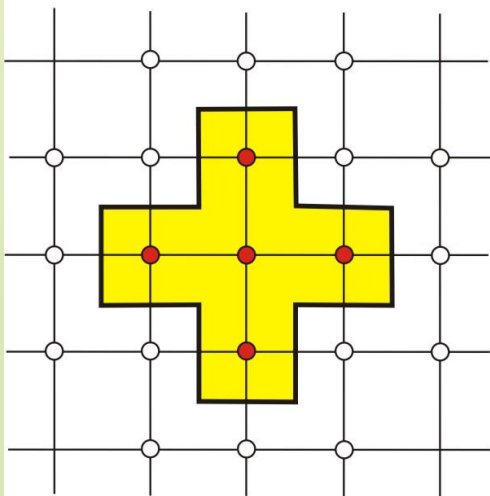
Прерывная рудная залежь



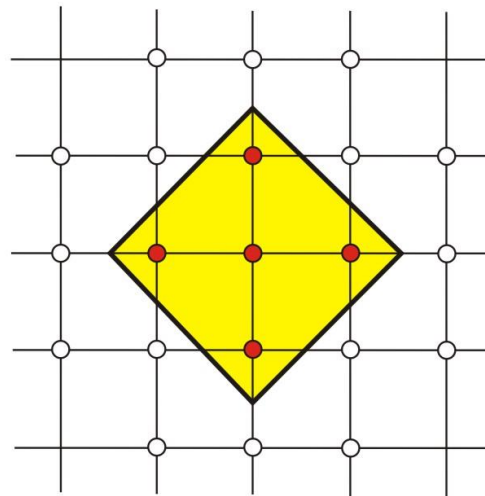
- а) выклинивание на половину шага сети без ограничения мощности
- б) выклинивание в точку на безрудном пересечении
- в) выклинивание в точку на половину шага сети
- г) “тупое выклинивание” (на половину шага сети, с сокращением мощности на крайнем пересечении)

Оконтуривание рудных тел на проекции

а



б



а) формальное, по зонам влияния

б) “геологическое”

● пересечения рудные

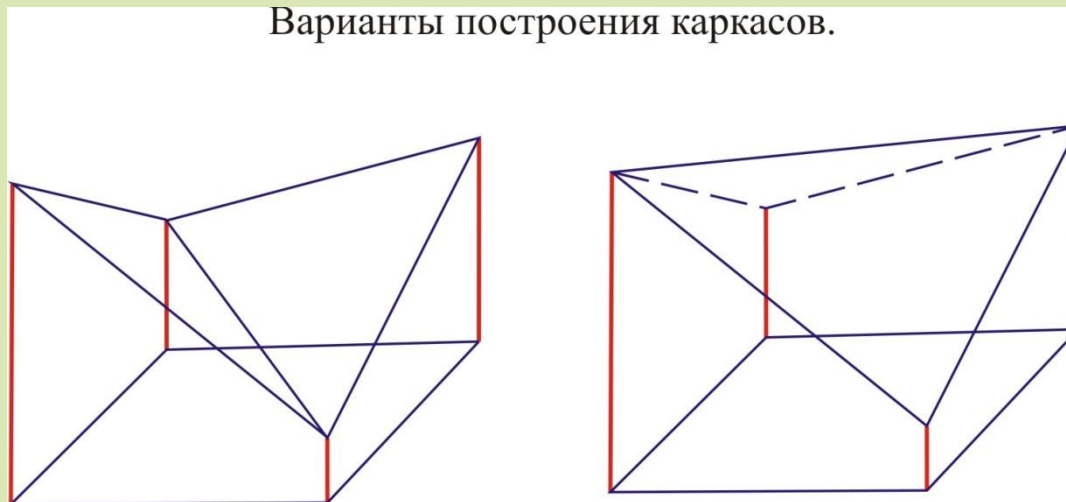
○ пересечения безрудные

Необходимо обеспечивать геологическую однородность подсчетных блоков и соответствие условий отработки – распределение по глубине и учет последовательности отработки. Существуют требования к размерам подсчетных блоков для разных категорий

Вычисление объемов осуществляется, чаще всего, по формулам простых геометрических фигур. Более корректные результаты дает определение объемов по каркасам рудных тел с использованием программных средств. Примеры использования таких подходов имеются в практике работы в ГКЗ.

Оконтуривание рудных тел в каркасах (3D моделирование) в последнее время получило относительно широкое развитие в связи с использованием компьютерных технологий для оценки запасов. Способы проведения контуров в сечениях и между ними принципиально не отличаются от описанных выше. Преимуществом применения данного подхода считается возможность оценки объемов относительно сложных геометрических тел, форма которых не описывается простыми фигурами. В то же время он обладает и определенными недостатками, связанными с неоднозначностью увязки при построении каркасов. Кроме того, при выполнении этих операций часто возникают технические сложности, определяемые незамкнутостью контуров и взимопересечениями объемов разных тел. Возможность появления связанных с этими явлениями ошибок диктует необходимость заверки определения объемов другими методами.

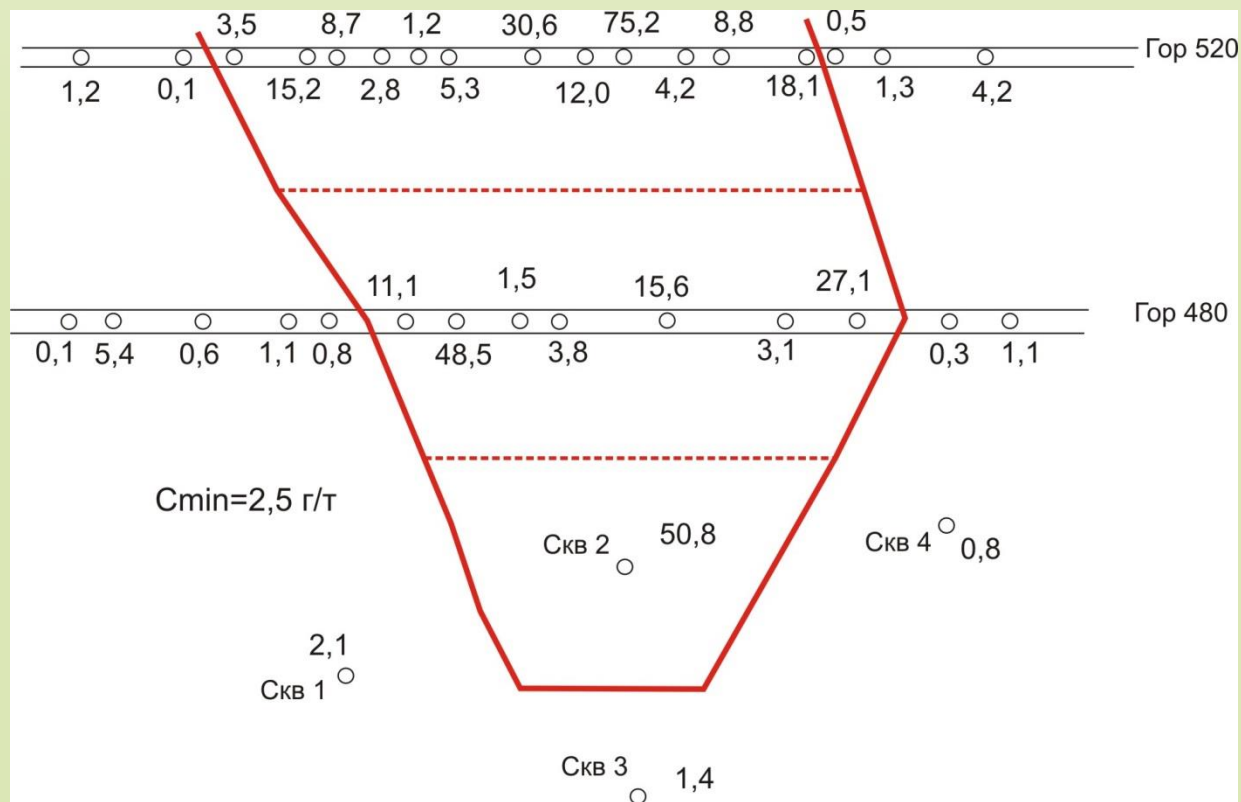
Варианты построения каркасов.



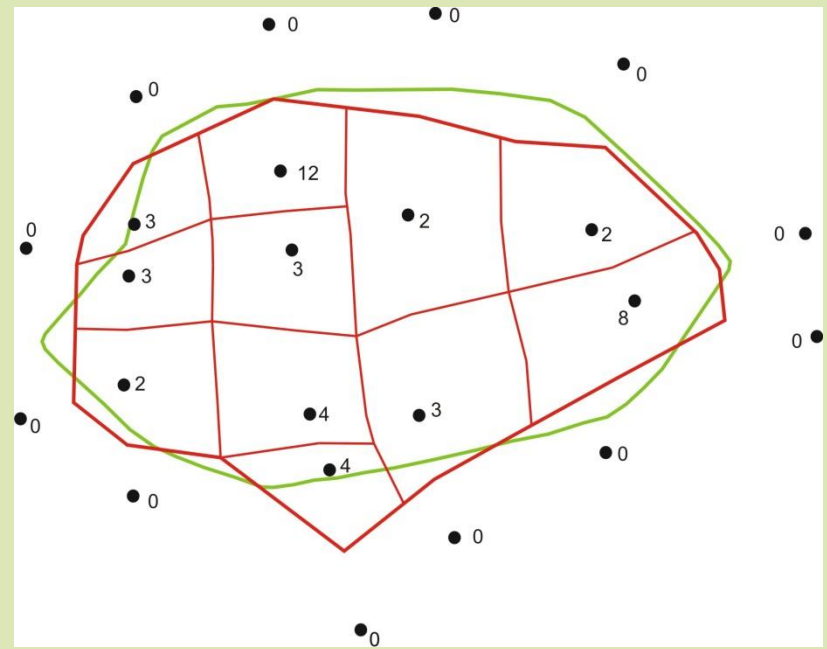
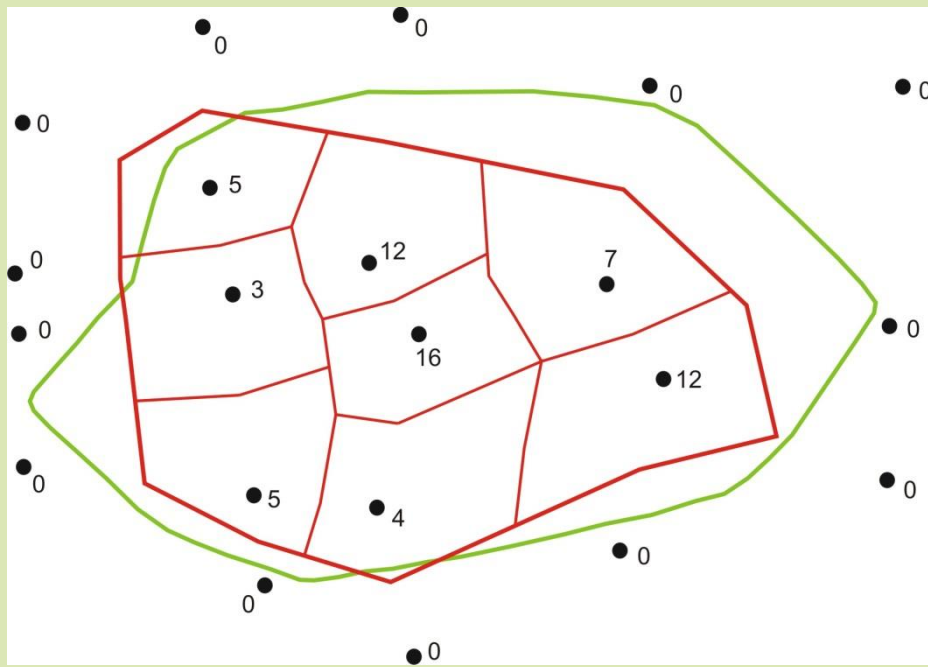
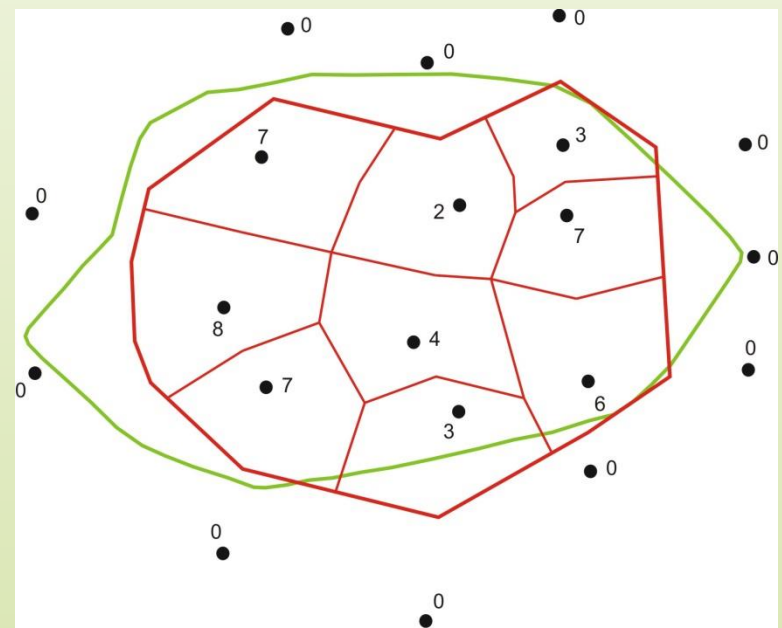
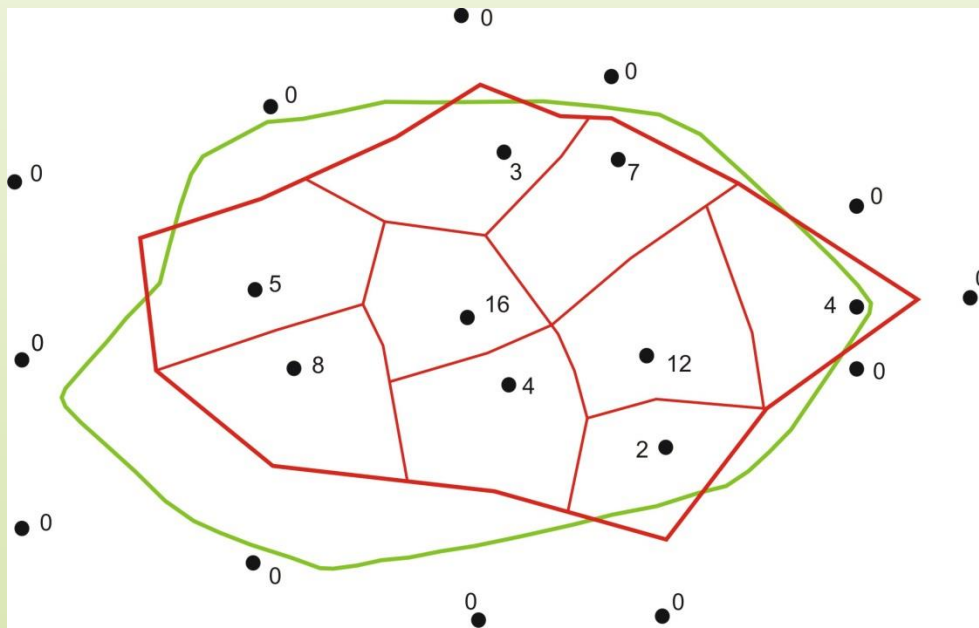
При вычислении подсчетных параметров одной из сложных задач является определение статистического веса данных (взвешивание). Необходимость взвешивания определяется наличием статистической взаимосвязи между параметрами.

Взвешивание параметров по пересечениям на площадь или длину влияния имеет смысл при наличии закономерностей в пространственном распределении признаков.

Обоснование необходимости взвешивания часто отсутствуют в отчетах, представляемых на госэкспертизу.



Варианты наложения неравномерной сети на рудное тело



Истинное содержание в модели – 5.8 ед, коэффициент вариации содержаний =0.61

		содержания по вариантам					
		без взвешивания		с взвешиванием на площадь			
вариант	число	сумма	содерж.	площадь	продук	содерж.	
1	9	61	6.78	275	1824	6.63	
2	9	47	5.22	300	1623	5.41	
3	8	61	7.63	258	1959	7.59	
4	11	46	4.18	340	1407	4.14	
сумма	37	215		1173	6813		
среднее			5.81			5.81	

Относительные среднеарифметические погрешности оценки – 25 и 18%

Не полностью и не однозначно решена проблема учета выдающихся значений. Каждый из существующих методов выявления и ограничения выдающихся значений является субъективным и не имеет какого-либо теоретического и, особенно, экспериментального обоснования.

По мнению А.Б. Каждана проблема «ураганных» значений заключается в несоответствии величины параметра и области ее распространения. С этих позиций повышение плотности сети наблюдений снимает данную проблему.

Методика И.Д.Когана и подобные ей (например, кратное превышение на уровне среднего), во многом зависят условий, при которых выявляются ураганы (размеры выборки и условия ее создания).

Методы, основанные на статистических исследованиях (П.Л.Каллиства, квантиль анализ) не учитывают размеры области влияния, а также пространственные закономерности.

Достаточно часто «ураганами» маскируются методические и технические ошибки ведения геологоразведочных и очистных работ.

В практике работы ГКЗ предел влияния «ураганов» на результаты подсчета редко превышает 15%.

Недостатки традиционных методов подсчета запасов заключаются в сложности в использовании их результатов для планирования горных работ и составления календарного графика работ. С этой целью авторы отчетов, чаще всего, используют блочные модели, подсчетные параметры которых соответствуют данным традиционного подсчета.

Самым простым приемом получения таких адекватных блочных моделей является создание каркасов и присвоение ячейкам модели средних содержаний по подсчетным блокам, определенных традиционным способом. Такие подходы не отвергаются в практике защиты отчетов в ГКЗ.

Важными направлениями исследований по совершенствованию традиционных методов подсчета запасов являются:

- оценка разведанности запасов;
- управление рудопотоками и учет потерь и разубоживания;
- выявление причин неподтверждения запасов в процессе эксплуатации.

Спасибо за внимание!