

УДК 518:55

В.И. Снетков, Е.Н. Емельянова

**О НЕКОТОРЫХ ПРИЧИНАХ РАСХОЖДЕНИЙ ДАННЫХ
ПЕРИФЕРИЙНОГО ОПРОБОВАНИЯ С РЕЗУЛЬТАТАМИ
ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ**

Семинар № 1

Вопрос сходимости данных периферийного опробования с результатами внутриблокового опробования при подземной отработке рудных жильных месторождений (жилы тонкие) имеет принципиальное значение. Эксплуатационные блоки, как правило, ограничены справа и слева восстающими, сверху и снизу соответственно вентиляционными и откаточными штреками, которые в процессе проходки опробуются (периферийное опробование) и на этой основе подсчитываются запасы в блоке. Однако многолетний опыт отработки ряда месторождений (Ирокиндинское, Холбинское, Холтосонское и др.) показывает, что существуют резкие отличия в оценке запасов полезного ископаемого в эксплуатационных блоках по данным периферийного опробования или эксплуатационной разведки и результатами внутриблокового опробования при отработке блока. Расхождения в оценке запасов колеблются от первых процентов до 40-50% (Зун-Холба, Ирокинда и др.), а иногда и до 70-80 % (р-к Холтосон), что приводит к прекращению отработки подготовленных блоков и досрочному вводу новых. Безусловно, такие случаи негативно влияют на экономику и стратегию горного предприятия.

Анализ показывает, что основными причинами могут быть систематические ошибки в опробовании, редкая

сеть проб, особенности природного распределения полезного компонента, специфичность морфологии рудных жил.

Методика выявления и устранения систематических ошибок в опробовании общеизвестна, поэтому ограничимся замечанием, что для этого используется внутренний и внешний контроль, контрольное, валовое, геофизическое, ядерно-физическое и др. виды опробования.

Попытки решить вопрос путём изучения законов распределения и на этой основе применения формул математической статистики не дали положительного результата. Увеличение числа рядовых проб по штрекам и восстающим или уменьшение интервала опробования лишь немного улучшает результаты оценки запасов, но кардинально не меняет ситуацию. Как показали исследования ряда авторов [1-5], порядок ошибки распространения данных периферийного опробования на блок существенно не меняется. И, прежде всего это связано с тем, что на месторождениях редких и цветных металлов зона влияния пробы колеблется в пределах от первых сантиметров до нескольких метров, причём, чем выше значение содержания в пробе, тем меньше зона влияния [6, 7]. Поскольку эти параметры значительно меньше размеров блока, высота которого составляет

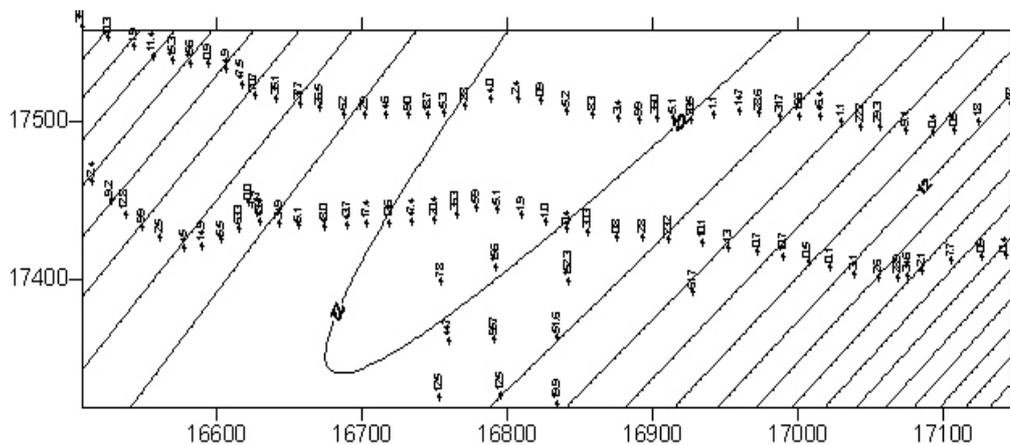


Рис. 1. Распределение концентраций золота на участке ж.Центрально-Тулунская

50-60, а ширина 50-80 метров, то и прогнозные результаты имеют значительные погрешности.

Чтобы определиться с порядком возникающих ошибок И.В. Францкий, Г.А. Базанов ввели понятие «предельная ошибка» распространения периферийного опробования на блок [1] и предложили методику её определения, используя для этого предысторию опробования и отработки эксплуатационных блоков на конкретных месторождениях. Это был первый и единственный подход к оценке расхождений между периферийным и заполняющим в процессе отработки блока опробованием в отечественной практике. Применение для этой цели крайгинга тоже не даёт положительных результатов, поскольку расстояние экстраполяции слишком велико, а ошибка прогноза при этих условиях увеличивается в геометрической прогрессии.

Таким образом, неизвестное природное распределение полезного компонента оценивается геологической службой по точечным дискретным определениям, что всегда привносит значительную долю неопределённости (иногда называемую ошибкой

анalogии) в разведочную информацию. Поскольку природное распределение остаётся неизвестным даже после полной отработки месторождения, поэтому остаётся единственной возможностью выяснить причины расхождений в опробовании это исследовать точность определения содержаний на математических моделях, от простых до сложных. При этом не следует забывать выражения У.Крамбена, каждая статистическая модель должна иметь геологический смысл.

На рис. 1 показано распределение содержания золота по результатам опробования штреков жилы Центрально-Тулунская рудника Ирокинда. Как видно из рисунка, оруденение имеет вид рудных столбов по падению, причём направление простирания их контролируется серией согласных тектонических нарушений, а содержание имеет тенденцию к уменьшению.

Первая модель представлена на рис. 2 и отражает линейный характер изменения содержания. Контур периферийного опробования показан пунктирной линией, сплошными линиями отмечены контуры блока, штреков и восстающих, точками – то-

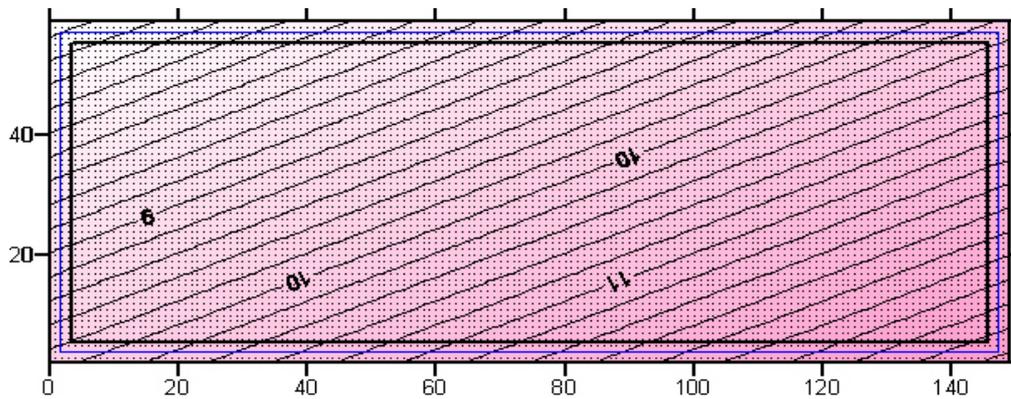


Рис. 2. Простая линейная модель распределения концентраций

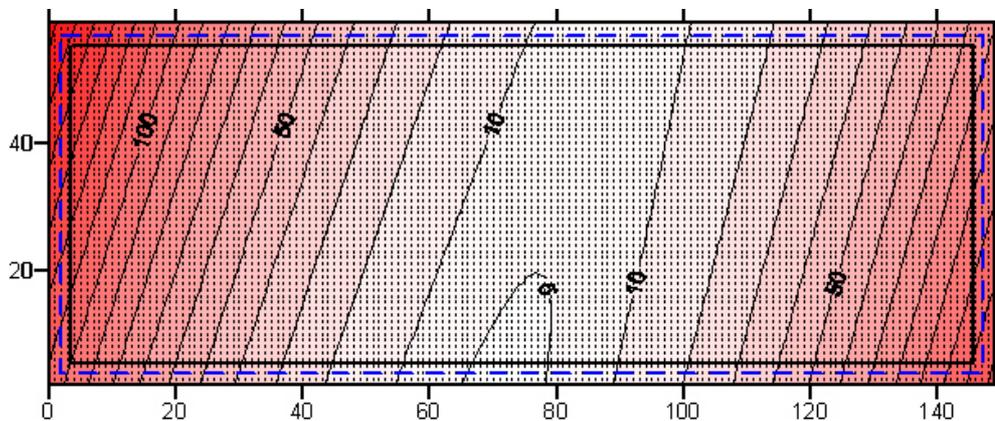


Рис. 2. Параболическая (вогнутая) модель распределения концентраций

чечная модель распределения концентраций. В табл. 1 приведены результаты определения параметров распределения (среднего арифметического, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации, асимметрии, эксцесса), а также оценка расхождений между периферийным и заполняющим внутриблочным опробованием. Нетрудно заметить (табл. 1), что при таком распределении отличий в опробовании нет. На имитационных моделях, где к детерминированному изменению добавляется случайная компонента, расхождения не превышают 1-2%.

Совершенно иначе выглядят результаты опробования по модели, характер изменения содержания которой имеет столбообразный вид, но с вогнутой поверхностью. Расхождение периферийного и внутриблочного опробования достигает 41%, причём оно растёт с увеличением крутизны крыльев параболы и может достигать 100 и более процентов.

В случае выпуклой параболической поверхности распределения содержания (рис. 3) расхождения имеют уже знак «минус» и имеют тенденции к росту с увеличением выпуклости поверхности.

Таблица 1

Параметры распределения содержаний по моделям

Параметры	Периферийное опробование			Внутри- блочное опробо- ва-ние	Модель
	Значение	Расхождение, %			
		с данными блока	с данными модели		
<i>Линейная модель</i>					
Среднее арифметическое	10.0	0	0	10.0	10.0
СКО (стандарт)	1.6	45	27	1.1	1.2
Коеф. вариации	15.9	45	27	10.9	12.1
Асимметрия	0.0			0.0	0.0
Эксцесс	-1.2			-0.6	-0.6
<i>Вогнутая модель</i>					
Среднее арифметическое	61.01	41	32	40.14	44.17
СКО (стандарт)	44.57	38	21	32.29	36.06
Коеф. вариации	73.06	-9	-11	80.44	81.65
Асимметрия	0.35			0.86	0.87
Эксцесс	-1.17			-0.17	-0.16
<i>Выпуклая модель</i>					
Среднее арифметическое	93.0	-20	-17	113.9	109.9
СКО (стандарт)	44.5	38	21	32.2	36.0
Коеф. вариации	47.8	69	37	28.3	32.8
Асимметрия	-0.3			-0.8	-0.9
Эксцесс	-1.2			-0.2	-0.2
<i>Рудный столб (простираение согласное с направлением восстающих)</i>					
Среднее арифметическое	26.3	-16	-13	30.9	30.1
СКО (стандарт)	17.0	17	12	14.5	15.1
Коеф. вариации	64.8	37	25	47.1	50.3
Асимметрия	-0.3			0.0	-0.2
Эксцесс	-0.6			-0.3	-0.3
<i>Рудный столб (простираение несогласное с направлением восстающих)</i>					
Среднее арифметическое	41.6	29	22	31.1	33.4
СКО (стандарт)	47.9	159	51	18.5	28.5
Коеф. вариации	115.2	94	30	59.5	85.4
Асимметрия	3.3			1.4	5.0
Эксцесс	11.8			9.0	41.9
N	396			7100	8700

Более сложная форма поверхности (полиномиальная) представлена на рис. 4, где направление простираения двух рудных столбов разного уровня концентраций параллельно простираению восстающих. Расхождение составило (-16)%. Величина расхождения зависит от того, попадает ли в зону опробования по восстающим пиковые или низкие содержания. При высоких содержаниях будем иметь знак (+), при низких (-).

В случае если направление простираения рудных столбов несогласно с простираением восстающих, влияние разных уровней содержания становится более ощутимым и расхождение средних показателей по периферийному и внутриблоковому опробованию может достичь (+20) и более процентов (рис. 5, табл. 1).

Ещё в большей мере усложняется ситуация, если участки локализации высоких и низких содержаний описы-

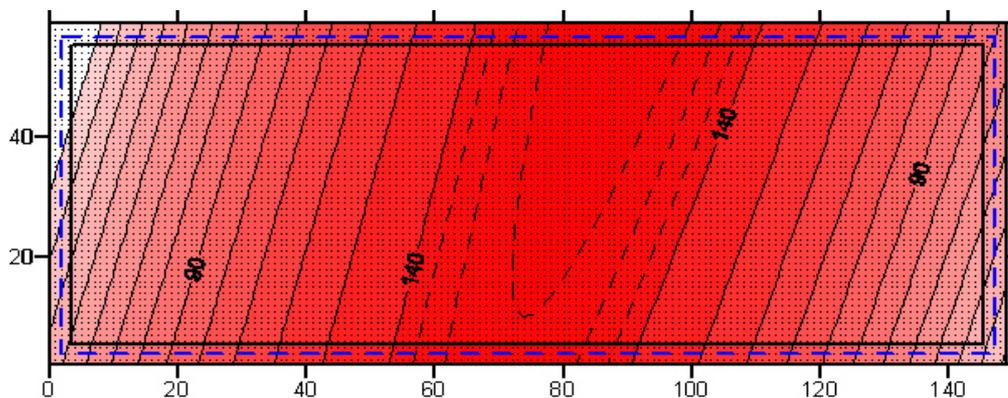


Рис. 3. Параболическая (выпуклая) модель распределения концентраций

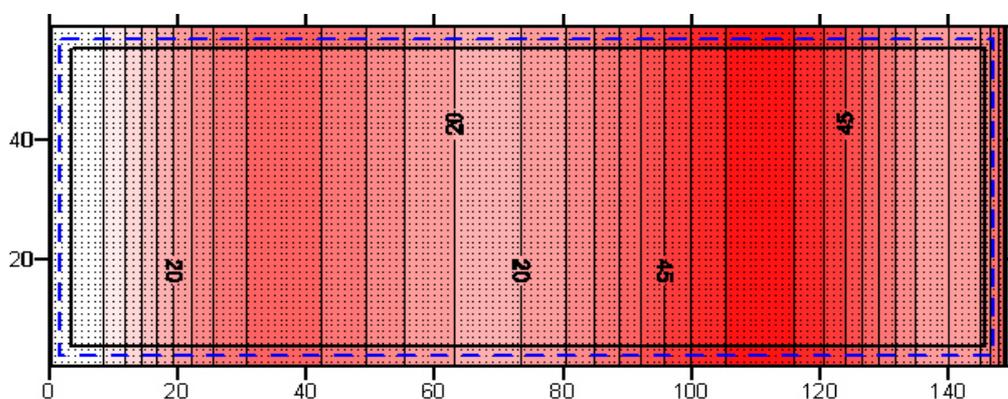


Рис. 4. Полиномиальная (согласная) модель распределения концентраций

ваются гармоническими функциями (например, Фурье-разложениями), период которых в два и более раз укладывается в геометрические размеры блоков. В таком случае локальный участок с повышенными концентрациями содержания может существенно завысить содержание в блоке и наоборот, участок низкими содержаниями понизит среднее содержание. При этом единственной возможностью прогноза внутри блока являются гармонические функции Фурье. Однако пока отсутствуют методы, позволяющие составить полную прямоугольную матрицу коэффициентов Фурье по данным периферийного опробования.

Приведённые результаты моделирования позволяют сделать следующие выводы:

1. Данные периферийного опробования в зависимости от характера изменения содержаний имеют тенденцию к завышению или занижению средних показателей до 40 и более процентов.

2. Необходима классификация типов закономерного и случайного изменения содержаний по рудным жильным месторождениям для разработки конкретных методик внутриблокового прогнозирования запасов.

3. В простых случаях достаточно использовать линейные или полиномиальные функции для внутриблоко-

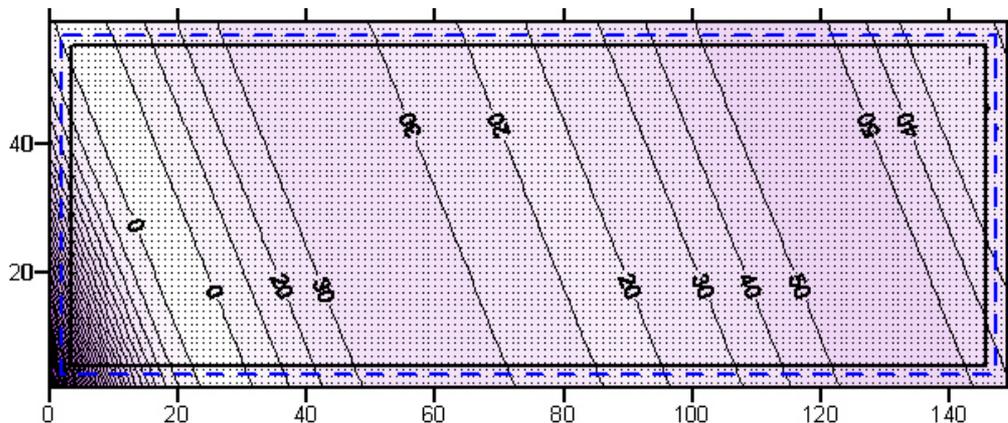


Рис. 5. Полиномиальная (несогласная) модель распределения концентраций

вого прогноза, причём математическое ожидание (или среднее арифметическое) должно определяться по периферийному опробованию и прогнозным показателям в блоке.

4. Для сложных условий необходима разработка методики внутри-блокового прогноза на основе разложений Фурье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Францкий И.В., Базанов Г.А. Математическая статистика и геометризация месторождений [Текст]. – Иркутск: Восточно-Сибирская правда, 1975. – 249 с. (рота-принт).
2. Каждан А.Б. Методологические основы разведки полезных ископаемых [Текст]. – М.: Недра, 1974. – 271 с.
3. Каллистов П.Л. Изменчивость оруденения и наблюдений при разведке и опробовании [Текст] // Сов.геология. – 1956. – № 53. – С. 118-151.
4. Каждан А.Б., Гуськов О.И., Шиманский А.А. Математическое моделирование в геологии и разведка полезных ископаемых [Текст]. – М.: Недра, 1979. – 168 с.
5. Калинин В.М. Математическое моделирование и прогноз показателей месторождений [Текст]. – М.: Недра, 1993. – 317 с.
6. А.с. 694824 СССР, МКИ³ G 01 V 9/00. Способ определения зон влияния проб [Текст] / В.З. Пашенков, В.Н. Попов, Н.В. Симаков и др. (СССР). – № 2574095/18-25. Заяв. 23.01.78; Опубл. 30.10.79, Бюл. №10. – 2 с.:ил.
7. А.с. 700850 СССР, МКИ³ G 01 V 9/00. Способ оконтуривания эксплуатационных блоков [Текст] / В.З. Пашенков, В.Н. Попов, Н.В. Симаков и др. (СССР). – № 2575551/18-25. Заяв. 23.01.78; Опубл. 30.11.79, Бюл. №44. – 2 с.:ил. **ПАТ**

Коротко об авторах

Снетков В.И. – профессор, доктор технических наук, ИргТУ,
Емельянова Е.Н. – аспирантка, ИргТУ.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 1 симпозиума «Неделя горняка-2008».
Рецензент д-р техн. наук, проф. А.М. Гальперин.