

В.И. Снетков, А.А. Соловьев**МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ РАЗВЕДКИ И ОПРОБОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА**

Целью исследований является оценка достоверности результатов опробования, выполненного на экспериментальном участке золоторудного месторождения «Ожерелье», где были пройдены три шурфа глубиной 20 м. По центру каждого шурфа пробурены сближенные скважины с диаметром бурового снаряда 131 и 96 мм, а также скважины шарошечного бурения 250 мм: четыре расположены по углам и одна в центре. Опробованы бороздами все четыре стенки шурфа, причем одна стенка опробована двойной бороздой. Авторами предложен методический подход к оценке представительности всех видов опробования, который включает сопоставление законов распределения золота, оценку воспроизводимости их разными видами опробования, статистическую оценку воспроизводимости тенденций изменения содержания золота на глубину, оценку сходства данных поинтервального опробования по сближенным бороздам и скважинам в одинаковом высотном интервале, а также учет аномальных проб.

Ключевые слова: золото, месторождение, достоверность, шурф, скважина, проба, тенденции, автокорреляционная функция, взаимная корреляционная функция.

Уже на самых первых этапах поисково-оценочных работ на месторождении Ожерелье у исполнителей возникли сомнения в возможности использования получаемой при проходке скважин информации для достоверного подсчета запасов [2, 5]. Проблема состоит в том, что золоторудное месторождение характеризуется наличием в руде крупного золота, поэтому пробы разного объема и сечения могут обладать разной представительностью, что в свою очередь может негативно отразиться на точности подсчета запасов. Результаты разведки однозначно показали, что месторождение имеет весьма и крайне неравномерное распределение полезного компонента, наличие отдельных гнезд и линз с повышенным содержанием золота, в основном приуроченным к маломощным кварцевым прожилкам и скоплениям пирротина и арсенопирита [3]. Отмеченные особенности определяют высокую

изменчивость содержания золота, значительную асимметрию в распределении его концентраций.

Поскольку вопрос стоял о достоверности данных опробования керна различного диаметра, на участке детализации было пройдено 40 кустов скважин. Из общего числа 28 кустов состояли из 2 скважин – одна скважина проходила с диаметром бурового наконечника 96 мм, вторая – 131 мм. Остальные 12 кустов включали 5 скважин, забуренных конвертом: центральная скважина проходила с диаметром буровой коронки 131 мм, а 4 угловые скважины – 96 мм. Расстояния между скважинами в кусте не превышали 1,5 м, длина интервала опробования по скважине составила в среднем около 1 м. При сопоставлении результатов пробы из скважин в кусте приводились расчетным путем к единому гипсометрическому уровню. В 23 кустах скважины наклонные с одинаковыми зенитными

углами и азимутами, остальные – вертикальные. Общим недостатком этих работ является то обстоятельство, что кусты скважин детализации не пересекали полностью всю минерализованную толщу, а создали полное пересечение лишь верхней рудоносной зоны из трех.

Для заверки данных бурения в створе трех кустов скважин (кусты 123, 127 и 137) были пройдены глубокие шурфы сечением 4 м² с соблюдением единого гипсометрического уровня. Глубина каждого из пройденных шурфов составила 20 м. Опробования шурфов производилось разными способами по мере их проходки:

- с каждого метра проходки шурфа способом вычерпывания отобрано по 10 таких частных валовых проб (ЧВП) весом 10–11 кг каждая и 5 горстьевых проб весом около 10 кг каждая;
- по всем четырем стенкам каждого шурфа проведено бороздовое опробование с длиной секции 1 м;
- с каждого метра углубки отбирался шлам скважин шарошечного бурения, пройденных конвертом – 4 по углам шурфа и одна в центре;
- с разных интервалов шурфов случайным образом отобрана валовая проба, предназначенная для полузаводских испытаний весом 3150 кг;
- дополнительно были отобраны горстьевым способом и отправлены на испытания 6 проб с различным уровнем содержания золота;
- оставшаяся масса руды в количестве 692 т была направлена на промышленные испытания на ЗИФ 4, расположенном на Ыканском золоторудном месторождении, где на этих рудах производились опытно-опробовательские работы по гравитационной схеме обогащения руд с получением золотой головки и промпродукта.

Бороздовый способ опробования шурфов был нацелен на получение статистических материалов, которые

должны были обеспечить, во-первых, выявление достоверности его данных опробования, а во-вторых, сопоставление его результатов с частными валовыми, горстьевыми и, особенно, керновыми пробами сопряженных с шурфом скважин. С целью обеспечения представительности получаемой информации производилось секционное бороздовое опробование с длиной секции 0,9–1 м по всем 4 стенкам шурфа. В северо-западной стенке шурфа отбирались две вертикальные, сближенные, субпараллельные борозды. Отбор проб осуществлялся с применением дискового пробоотборника, что обеспечивало выдержанное сечение борозды (10×5 см). Таким образом, в процессе проведения опытно-методических работ был получен уникальный массив информации, дающий возможность оценить достоверность данных разведки и опробования.

Обычно достоверность исходной информации обычно оценивается в результате проведения комплекса верификационных, контрольных и аналитических действий, таких как обычный и статистический анализ керно- и пробоотбора, оценка работы химлабораторий, проверка полевых материалов, сопоставление разных видов опробования.

Крайне неравномерное распределение металла и высокая асимметрия накладывают существенные ограничения на использовании классических методов анализа и контроля данных, базирующихся на нормальном законе распределения, известности и одинаковости математических ожиданий, дисперсий и т.п. При неизвестных математическом ожидании и дисперсии, а также отличии распределения от классического – нормального, исследователь весьма ограничен в выборе способов корректно доказать постоянство дисперсии или равенство средних в выборках, поскольку такие

Таблица 1

Оценка расхождений средних содержаний золота между видами опробования

| Шурфы | Частные валовые пробы | | | | Борозды | | | | Критерий Welch | | | |
|-------|-----------------------|----------------|------|-----|-----------------|----------------|------|-----|----------------|-------|----------|------------|
| | \bar{x} , г/т | σ , г/т | V, % | N | \bar{x} , г/т | σ , г/т | V, % | N | T_H | ν | $T_{кр}$ | Заключение |
| 123 | 0,84 | 6,36 | 757 | 200 | 14,48 | 132,4 | 915 | 105 | 1,05 | 104 | 1,99 | равны? |
| 127 | 0,63 | 1,18 | 186 | 197 | 2,05 | 12,17 | 594 | 100 | 1,16 | 100 | 1,99 | равны? |
| 137 | 0,44 | 1,84 | 416 | 220 | 0,25 | 0,47 | 192 | 112 | 1,48 | 271 | 1,98 | равны |
| Все | 0,63 | 3,84 | 607 | 617 | 5,53 | 76,57 | 1384 | 317 | 1,13 | 317 | 1,97 | равны? |

Обозначения: \bar{x} – среднее арифметическое; σ – стандарт (среднее квадратическое отклонение); V – коэффициент вариации; N – объем выборки, T_H – наблюдаемый критерий; $T_{кр}$ – критическая точка для уровня значимости $\alpha = 0,05$ и числа степеней свободы ν .

наиболее часто употребляемые критерии как критерии Стьюдента о равенстве средних, Фишера о равенстве дисперсий, а также и непараметрические критерии работают совершенно неудовлетворительно и не позволяют давать объективную оценку расхождений оцениваемых параметров.

В этом нетрудно убедиться, ознакомившись с содержанием табл. 1, где расхождения средних, как и дисперсий существенны, но даже непараметрический критерий Welch, исходящий из того, что математические ожидания и дисперсии генеральной совокупности заранее неизвестны и неравны, вынуждает сделать совершенно противоположное заключение, не говоря уже о традиционных критериях (Стьюдент, Фишер и др.).

Аналогичная картина отмечается и по остальным видам опробования

(керновое 131 мм, 96 мм, шламовое, горстьевое и др.). Как видим, традиционные статистические критерии при высокой контрастности руд не позволяют дать уверенное заключение о достоверности и надежности данных опробования.

В табл. 2 представлены статистические параметры распределений по видам опробования. Прежде всего, следует отметить высокую изменчивость в эмпирических распределениях золота. Коэффициент вариации достигает $V = 1384\%$, а коэффициенты асимметрии и эксцесса соответственно $A = 20,8$ и $E = 473,3$.

Для повышения надежности заключений авторы предлагают ввести дополнительные критерии, а именно: воспроизводимость законов распределения содержания золота и тенденций его изменения на глубину [10].

Таблица 2

Статистические параметры по видам опробования

| Вид опробования | Числовые характеристики | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------------|--------|------|-------|-----|
| | \bar{x} , г/т | σ , г/т | V, % | A | E | N |
| Борозды | 5,53 | 76,57 | 1384,4 | 17,3 | 304,6 | 317 |
| Скважины 131 мм | 0,49 | 1,40 | 286,6 | 7,5 | 59,0 | 69 |
| Скважины 96 мм | 0,43 | 1,54 | 356,0 | 11,0 | 126,6 | 139 |
| Частные валовые пробы | 0,63 | 1,30 | 206,6 | 20,8 | 473,3 | 62 |
| Горстьевые пробы | 2,39 | 21,12 | 883,2 | 16,3 | 473,3 | 314 |
| Скважины шламовые 152 мм | 1,00 | 3,29 | 329,2 | 9,3 | 108,1 | 349 |

Таблица 3

Параметры распределения логарифмов содержаний, критерии Пирсона

| Статистические характеристики (по логарифмам) | Виды опробования | | | | | |
|---|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------|----------------|
| | Борозды | Скважины 131 мм | Скважины 96 мм | Частные валовые пробы | Горстьевые пробы | Шламовые пробы |
| Среднее | -0,74 | -0,78 | -0,78 | -0,68 | -0,68 | -0,45 |
| Дисперсия | 0,42 | 0,54 | 0,59 | 0,32 | 0,36 | 0,28 |
| Асимметрия | 1,40 | -0,05 | -0,10 | -0,18 | 0,63 | 0,71 |
| Экссесс | 7,23 | 1,21 | 1,29 | 2,10 | 5,19 | |
| χ^2 наблюдаемый | 62,59 | 173,39 | 500,24 | 82,86 | 41,19 | 46,05 |
| $\chi^2_{\alpha=0,05}$ | 11,07 | 11,07 | 15,5 | 9,4 | 12,59 | 9,4 |

Рассмотрим первый критерий – законы распределения содержаний золота на экспериментальном участке по видам опробования. Оцениваемые виды – керновое; бороздвое, горстьевое и частное валовое опробование.

Из многолетних отечественных и зарубежных работ по анализу данных разведки золоторудных месторождений известно, что в большинстве случаев эмпирическое распределение Au удовлетворительно описывается логарифмически нормальным законом. Однако распределение золота в Ожерелье существенно отличается по эксцессу от логарифмического аналога, что позволяет говорить об его уникальности (табл. 3). Проверка по критерию Пирсона (χ^2) однозначно подтверждает это заключение, поэтому использовать логнормальное распределение как гипотетическую теоретическую модель эмпирического распределения следует со значительными ограничениями и осторожностью. В этих условиях не остается ничего лучшего как сопоставить разные виды опробования по воспроизводимости формы распределения и параметра по-

ложения – среднего арифметического или логарифмического.

На рис. 1 показано совмещенное положение эмпирических распределений Au по разным видам опробования. Как видно из диаграммы, кривые распределения золота имеют значительное сходство по форме и по положению на числовой оси. Бóльшее сходство по форме отмечается в распределениях «131 мм», «96 мм», «Горстьевые пробы», «Борозды». Это дает основание полагать, что все виды опробования поставляют прак-

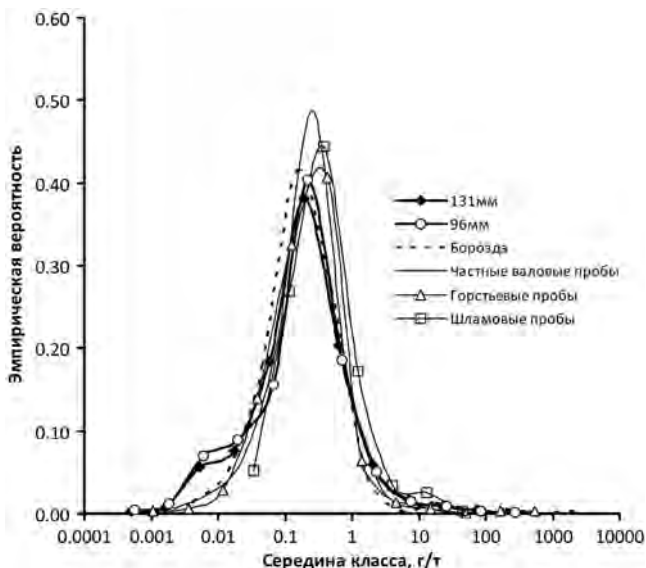


Рис. 1. Эмпирические кривые распределений содержаний золота по видам опробования

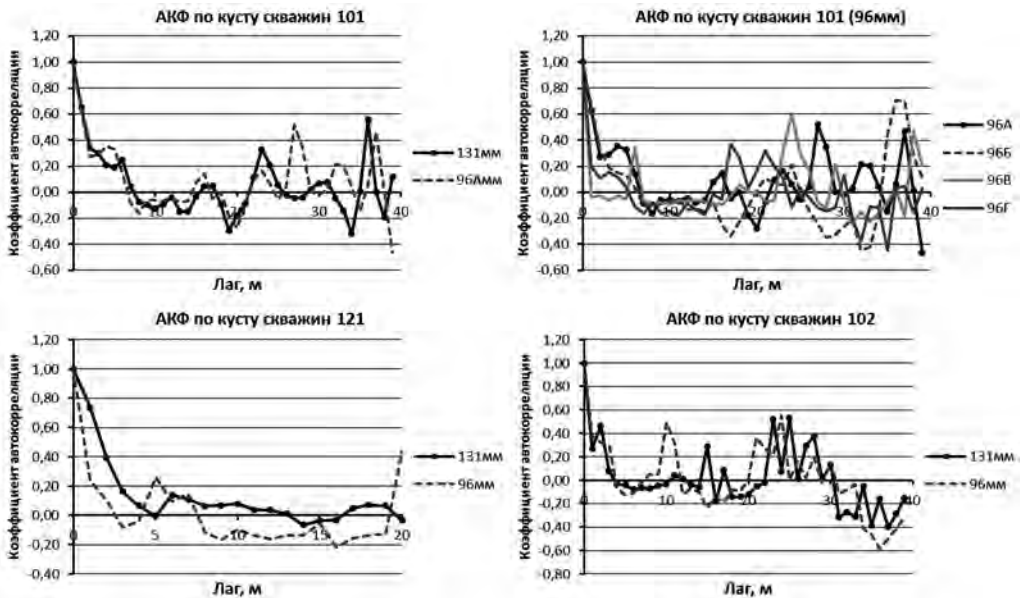


Рис. 2. Коррелограммы по кустовым скважинам 101, 121, 102

тически однотипные распределения с близкими параметрами. Данный вывод подтверждается проверкой различий функций распределения при помощи критерия Пирсона при 5% уровне значимости. Исключением являются пробы шламового бурения, дающие усеченное распределение слева и справа за счет интенсивного перемешивания горной массы в процессе бурения и происходящего вследствие этого процесса усреднения руды.

Таким образом, сопоставление эмпирических распределений позволяет дать вполне обоснованное заключение о том, воспроизводятся или нет распределения содержаний золота разными видами опробования, а также какова их достоверность.

Второй критерий представительности данных разведки и опробования – это воспроизводимость тенденций (закономерностей) изменения содержаний золота на глубину по данным интервального опробования скважин.

Тенденции часто бывают скрытыми из-за присутствия аномально высоких или низких проб в выбор-

ках ограниченного объема, поэтому требуют индивидуального подхода [6]. Оценим достоверность данных с позиций теории случайных функций [4, 7]. Тенденции можно выявить на основе регрессионного, автокорреляционного анализа, гармонического анализа Фурье [1, 8, 9].

Наличие равномерного интервала опробования на глубину по видам опробования позволяет в полной мере использовать автокорреляционные функции (АКФ) не только для оценки наличия и характера закономерного изменения содержаний Au по вертикали, но и для сопоставления выявленных тенденций по сближенным или кустовым скважинам. В случае, если вид коррелограмм по двум выработкам близок или совпадает, то это означает только одно – скважины равноценно вскрывают закономерности изменения изучаемого показателя на глубину, а данные опробования являются представительными.

С этой целью по всем кустовым скважинам были рассчитаны автокорреляционные функции, и на рис. 2

представлены некоторые из них. Анализ показал, что изменение содержания на глубину представляет композицию случайной и закономерной изменчивости, причем в большинстве случаев случайная изменчивость преобладает, а радиус корреляции (расстояние затухания автокорреляции до нуля) варьирует от 4 м до 6–12 м (кусты 101, 121).

Нельзя не заметить, что коррелограммы по скважинам диаметром 131 и 96 мм весьма близки, что означает их способность в равной мере вскрывать основные тенденции изменения содержаний в конкретной зоне месторождения. Скважины с диаметром бурового наконечника 131 мм

вскрывают закономерность несколько лучше по сравнению со скважинами 96 мм. Это видно из коррелограмм, где коэффициент автокорреляции при лаге, равном единице, выше в скважинах 131 мм (этот коэффициент автокорреляции численно равен доле закономерной изменчивости в общей [7, 11]). По всей видимости, здесь кроме объема пробы начинает заметно влиять и площадь поперечного сечения керна. Учитывая, что расстояния между спаренными скважинами варьируют от 0,8 до 2,5 м, такой результат можно считать очень хорошим.

На рис. 3 представлены коррелограммы, полученные по данным опро-

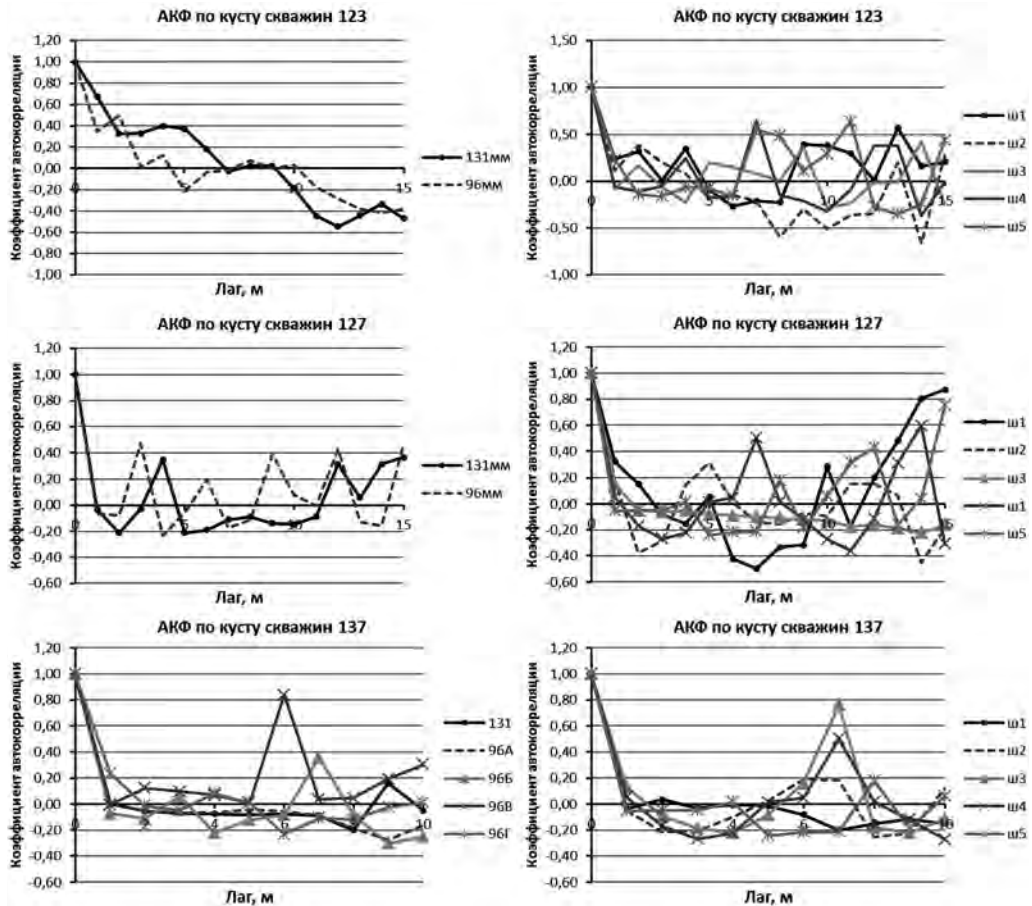


Рис. 3. Коррелограммы по экспериментальным шурфам

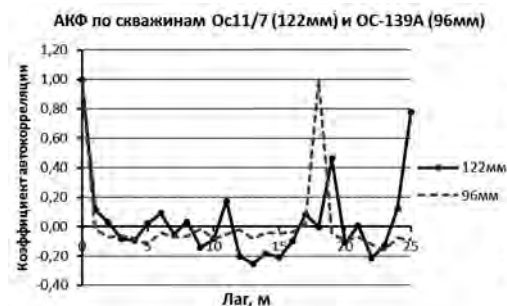


Рис. 4. Коррелограмма после замены высоких проб на средние значения между соседними пробами

бования экспериментальных шурфов. Здесь также отмечается хорошая воспроизводимость основных тенденций изменения содержания (или их отсутствие) на глубину по скважинам 131 и 96 мм.

Падение корреляции на первых лагах по шурфам 127 и 137 вызвано влиянием аномально высоких проб. Учет их одним из рекомендованных способов [6], например заменой средними значениями по выборке, позволяет выделить и увидеть закономерные тенденции на глубину (рис. 4).

Таким образом, скважины с диаметром наконечника 131 мм и 96 мм в целом объективно отражают имеющиеся тенденции в изменении содержания Au на глубину, а поскольку скважины диаметром 122 мм занимают промежуточное положение, то их также можно считать представительными. Это хорошо видно на коррелограммах (рис. 5), построенных по



сближенным скважинам (расстояние 3,3 м) за пределами экспериментального участка (б.л. № 7). Здесь замена высоких проб в ограниченной выборке позволяет выявить наличие вполне конкретной закономерности, представленной композицией гармонических изменений с периодами изменения 8 и 30 м.

Некоторые сбои в цикличности, отмечаемые на коррелограммах, объясняются присутствием полуметровых интервалов в цепочке данных по стволу скважины.

Итак, автокорреляционный анализ убедительно показал, что все виды скважин позволяют выявить основные закономерности изменения золота на глубину и в этом контексте результаты разведки месторождения скважинами разного диаметра следует считать представительными.

Третий критерий достоверности опробования – сопоставление тенденций и результатов поинтервального опробования на основе взаимной корреляции. Взаимная корреляционная функция (ВКФ), учитывающая структурные изменения положения рудоносных слоев по глубине, является более глубоким и гибким инструментом исследования корреляционных связей, поскольку обычный коэффициент парной корреляции является частным случаем ВКФ.

Рассмотрим результаты такого анализа. Теоретически точка схождения



Рис. 5. Коррелограмма по сближенным скважинам

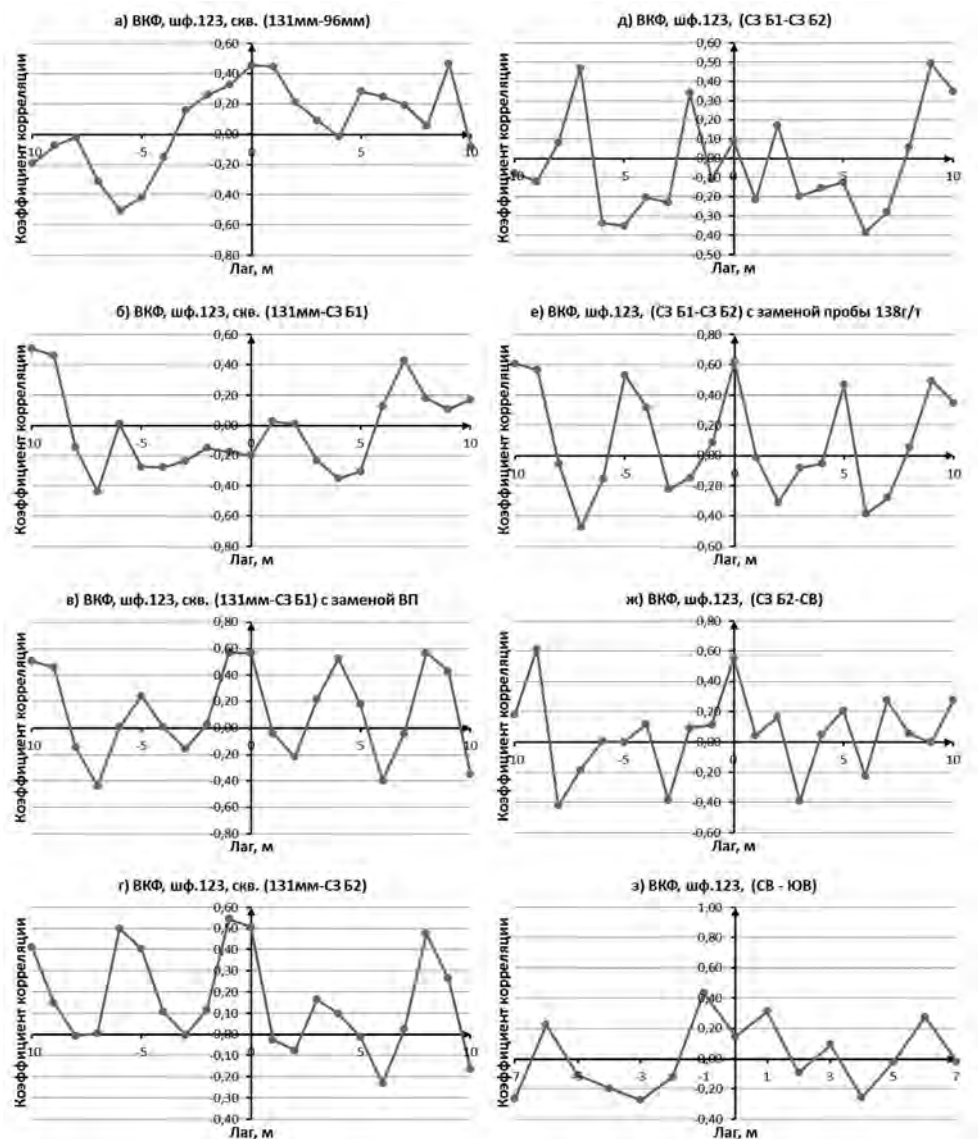


Рис. 6. Взаимные корреляционные функции по шурфу 123

должна быть при лаге, равном нулю, если пробы располагаются на одинаковом гипсометрическом уровне и нет существенных структурных изменений между местоположением скважин. На рис. 6, а приведен именно такой случай хорошего совпадения результатов двух видов опробования по скважинам с диаметрами 131 мм и 96 мм.

На рис. 6, б видим показано отсутствие сходства между данными опробования по скважине 131 мм и первой борозды, пройденной по С-З стенке шурфа. Справедливо напрашивается само собой разумеющийся вывод: один из видов опробования непредставителен. На самом деле это далеко не так. Достаточно ограничить влияние аномальной пробы (138 г/т –

борозда), как картина существенно меняется в лучшую сторону (рис. 6, в), в результате имеем ту ВКФ, которая и должна быть, то есть корреляция существенная, коэффициент корреляции равен 0,57, оба вида опробования представительны.

Таким образом, получено экспериментальное подтверждение необходимости ограничения влияния аномально высоких проб при статистических исследованиях, особенно при анализе последовательностей данных.

Второй важный вывод – проведенный ВКФ-анализ доказывает, что бороздовые и керновые пробы являются представительными и одинаково отражают присущие месторождению закономерности. ВКФ, приведенные на рис. 6, д, е, ж служат дополнительным подтверждением сказанному.

Отдельно следует обсудить содержание ВКФ на рис. 6, з. Здесь максимум сходства достигается не при лаге, равном нулю, а на один лаг раньше. При изучении развертки стенок шурфа 123 было обнаружено существенное изменение залегания структурных элементов, в частности увеличился угол падения кварцевых прожилков, что и выявила взаимная корреляционная функция.

131–96 – взаимная корреляционная функция между скважинами 131 мм и 96 мм; СЗ Б1 – СЗ Б2 – взаимная корреляционная функция по северо-западной стенке шурфа между двойными бороздами 1 и 2; СВ – ЮВ – взаимная корреляционная функция между бороздами, расположенными на северо-восточной и юго-восточной стенках шурфа; ВП – аномально высокая проба.

Выводы

1. Предложенный методический подход к оценке надежности результатов разведки и опробования, основанный на сопоставлении кривых распределений и тенденций изменения полезного компонента на глубину, может быть рекомендован в качестве дополнительного инструмента к существующей методике верификации данных опробования на золоторудных месторождениях с крайне неравномерным распределением золота.

2. При проведении корреляционного, автокорреляционного, взаимного корреляционного анализа данных опробования, характеризующихся высокой асимметрией распределения полезного компонента, рекомендуется проводить учет высоких проб и ограничивать их влияние одним из известных способов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дэвис Дж. Статистический анализ данных в геологии / Пер. с англ. В.А. Голубевой; Под ред. Д.А. Родионова Т. 1–2. – М.: Недра, 1990.

2. Золоторудные месторождения России / Ред. М.М. Константинов. – М.: Акварель, 2010. – 349 с.

3. Иванов А.И. Месторождение «Ожерелье» новый тип коренных месторождений золота в Бодайбинском рудном районе / Известия Сибирского отделения секции наук о Земле РАЕН. – Иркутск: Изд-во ИргТУ. – 2008. Вып. 6. – С. 14–26.

4. Каждан А.Б., Гуськов О.И., Шиманский А.А. Математическое моделирование в геологии и разведка полезных ископаемых. – М.: Недра, 1979. – 168 с.

5. Казакевич Ю.П., Шер С.Д., Жаднова Т.П. и др. Ленский золотоносный район. – М.: Недра, 1971. – Т. 1. – 260 с.

6. Прерис А.М. Определение и учет ураганных проб. – М.: Недра, 1974. – 104 с.

7. Снетков В.И. Разработка методов квалиметрии недр при моделировании и количественной оценке качества источника георесурсов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – № 8. – Деп. в МПГУ 04.03.05, № 406/08–05. – 79 с.

8. Снетков В.И. О статистических методах в квалиметрической оценке месторождений полезных ископаемых // Маркшейдерия и недропользование. – 2005. – № 4. – С. 34–41.

9. Снетков В.И. Критерий оптимальности при аппроксимации геологических пока-

затей с помощью рядов Фурье // Вестник КузГТУ. – 2005. – № 5. – С. 11–15.

10. Снетков В.И., Соловьев А.А. Оценка представительности данных разведки на месторождении «Ожерелье» методом сопоставления законов распределения золота // Вестник ИрГТУ. – 2013. – № 5. – С. 116–124.

11. Снетков В.И., Соловьев А.А. Оценка представительности данных разведки на месторождении «Ожерелье» с позиций теории случайных функций // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ. – 2013. Вып. 2(43). – С. 37–44. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Снетков Вячеслав Иванович – доктор технических наук, профессор, e-mail: snetkov@istu.edu, Соловьев Андрей Алексеевич – аспирант, e-mail: dagor-nuin-giliat@yandex.ru, Иркутский государственный технический университет.

UDC 622.03+622.143.1+519.2

METHODICAL APPROACH TO THE ASSESSMENT OF RELIABILITY OF THE INTELLIGENCE DATA AND APPROBATION ON THE EXAMPLE OF THE ORE GOLD DEPOSIT

Snetkov V.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: snetkov@istu.edu, Solov'yov A.A., Graduate Student, e-mail: dagor-nuin-giliat@yandex.ru, Irkutsk State Technical University, 664074, Irkutsk, Russia.

The purpose of the research is to evaluate the reliability of the testing results, the testing being carried out at the gold ore deposit experimental site "Necklace" where three 20 m deep bore pits were drilled. In the centre of each bore pit closely set bore holes with the boring head diameters of 131 and 96 mm were drilled as well as the roller-bit drilling bore holes of 250 mm: four in the corners and one in the centre. All four sides of the bore pit were tried out by trenching; besides one side had a double trench. The authors have offered the systematic approach to the evaluation of the presentability of all testing types which includes comparison of gold distribution laws, their repeatability evaluation according to the different testing types, statistical evaluation of tendencies repeatability in gold concentration depending on the depth, data similarity evaluation for interval testing via closely set trenches and bore holes within an identical highrise interval as well as taking into account the abnormal samples.

Key words: gold, deposit, reliability, bore pit, boring well, test, tendencies, autocorrelated function, mutual correlation function.

REFERENCES

1. Devis Dzh. *Statisticheskii analiz dannykh v geologii*. Per. s angl. V.A. Golubevoi. Pod red. D.A. Rodionova (Statistical analysis in geology. Golubeva V.A. (English–Russian translation), Rodionov D.A. (Ed.), vol. 1–2), Moscow, Nedra, 1990.
2. *Zolotorudnye mestorozhdeniya Rossii*. Red. M.M. Konstantinov (Gold ore deposits in Russia. Konstantinov M.M.), Moscow, Akvarel', 2010, 349 p.
3. Ivanov A.I. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle RAEN* (Bulletin of the Siberian Branch of the Section on the Earth's Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences), Irkutsk, Izd-vo IrGTU, 2008, issue 6, pp. 14–26.
4. Kazhdan A.B., Gus'kov O.I., Shimanskii A.A. *Matematicheskoe modelirovanie v geologii i razvedka poleznykh iskopayemykh* (Mathematical modeling in geology and mineral exploration), Moscow, Nedra, 1979, 168 p.
5. Kazakevich Yu.P., Sher S.D., Zhadnova T.P. *Lenskii zolotonosnyi raion*. T. 1 (Lena gold-bearing area, vol. 1), Moscow, Nedra, 1971, 260 p.
6. Preis A.M. *Opredelenie i uchet uragannykh prob* (Determination and registering of outstanding samples), Moscow, Nedra, 1974, 104 p.
7. Snetkov V.I. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2005, no 8. Deposited in MGGU 04.03.05, no 406/08–05, 79 p.
8. Snetkov V.I. *Marksheideriya i nedropol'zovanie*. 2005, no 4, pp. 34–41.
9. Snetkov V.I. *Vestnik KuzGTU*. 2005, no 5, pp. 11–15.
10. Snetkov V.I., Solov'ev A.A. *Vestnik IrGTU*. 2013, no 5, pp. 116–124.
11. Snetkov V.I., Solov'ev A.A. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle RAEN. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdenii* (Bulletin of the Siberian Branch of the Section on the Earth's Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, prospecting and exploration of mineral deposits), Irkutsk, Izd-vo IrGTU, 2013, issue 2(43), pp. 37–44.