

И. В. Высоцкий¹, С. Г. Ковалев**ПРОБЛЕМА ДОСТОВЕРНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ****Введение**

При оценке перспектив благороднометалльного оруденения нетрадиционных типов первостепенное значение имеет методика опробования и достоверность результатов аналитических работ. Анализ материалов по данной проблеме показывает, что существующие методы отбора и анализа проб, разработанные для традиционных типов месторождений благородных металлов, оказываются в большинстве случаев совершенно непригодными для месторождений «нетрадиционных типов», так как приводят к систематическому занижению содержаний драгоценных металлов.

В связи с крайне неравномерным распределением золота в рудах и рудоносных породах применяются сложные приемы оценки его средних содержаний с использованием геостатистических методов. В некоторых случаях особенности золото-содержащих горизонтов устанавливаются только после проходки крупных горных выработок (шахт) [Кренделев, 1974].

К примеру, опробование рудного керна на месторождениях Витватерсранда давало резко заниженные результаты по золоту. При этом следует отметить, что именно в Витватерсранде в конце 40-х годов прошлого столетия Сишелом, Россом и Криге [1968] впервые были использованы методы математической статистики при подсчете запасов и оценке средних содержаний и заложены основы нового научного направления — геостатистики, получившей дальнейшее развитие в трудах Ж. Матерона, а метод крайгинга, названный в честь Криге, является в настоящее время ведущим методом при подсчете запасов во всех западных странах с развитой золотодобывающей промышленностью.

На месторождении Жакобина (Бразилия) данные опробования золотоносных конгломератов с поверхности показали резко заниженные содержания Au по сравнению с опробованием в подземных горных выработках, где содержание золота в добытой руде почти вдвое выше, чем установлено опробованием с поверхности [Кренделев, 1974].

При изучении золоторудных месторождений, связанных с черносланцевыми отложениями, наблюдается аналогичная картина. В частности, И.Я. Некрасовым [1991] отмечается, что в процессе пробирной плавки уже при температуре 300 °С происходит образование легколетучих соединений золота

с углеродом и их совместный вынос, в связи с чем автором рекомендуется автоклавный метод анализа. По данным В.Г. Петрова [1982], такие месторождения, как Карлин, Мурунтау и ряд других, были выявлены не благодаря, а вопреки существующим методам опробования и анализа на золото. Многочисленными опытно-экспериментальными работами Н.В. Барышева [1948], D.D. Nica, M.P. Andrei [1966], В.Г. Петрова [1982] и других установлено систематическое занижение содержаний золота пробирным методом, причем, чем ниже содержания в исходной руде, тем выше величина относительной погрешности, и при средних значениях 1–4 г/т величина погрешности достигает 100%.

На Дегдеканском месторождении с жильно-прожилковым и прожилково-вкрапленным кварц-сульфидным оруденением, залегающем в углеродистых терригенных породах, выявлено систематическое занижение результатов пробирного анализа в 3–30 раз, основными причинами которого, по Л.А. Остапенко с соавторами [2004], являются:

— наличие относительно крупного (0,25–0,5 мм) самородного золота с крайне неравномерным его распределением внутри рудных тел и горизонтов;

— физико-механические свойства вмещающих пород (при дроблении и истирании руд из-за наличия глинистого материала и пластичности углистых сланцев не происходит необходимая дезинтеграция самородного Au, что является причиной крайне низкой степени гомогенизации золота в пробах);

— непредставительность традиционной (25–50 г) навески для пробирного анализа (для руд с низкими содержаниями и наличием крупного золота представительная навеска составляет не менее 1–1,5 кг).

Исследованиями В.Г. Петрова [1982] подтверждена чрезвычайная неравномерность распределения зерен свободного золота (размером 0,0n–0,1n) в пробах, «не устраняемая на всех стадиях обработки проб традиционными методами, вследствие чего ни одна навеска весом 50 г практически не отражает (или может только случайно и очень редко отражать) среднее содержание золота в породе и неизбежно занижает это содержание» [Петров, 1982, стр. 53].

На примере золоторудного месторождения Федоровское-1, приуроченного к зоне гипергенной переработки первичных руд, доказано, что перспективы этого объекта «гасились» при поисковых работах с опробованием, непредставительным по массе и недостоверным по определению содержаний золо-

¹ФГУП «Башгеолцентр», г. Уфа.

та [Коньшев, 2005]. Продуктивность месторождения была установлена только при проведении валового опробования, которое показало, что 99,4% запасов золота сосредоточены всего в 4,5% руды, а в остальных 95,5% содержания золота составляют 0,5 г/т. При этом систематическая погрешность пробирного анализа рядовых проб составляла 84,5%.

В соответствии с программой воспроизводства минерально-сырьевой базы России В.О. Коньшевым [2005] рекомендуется ускоренная методика поисково-разведочных работ с отказом от недостоверного рядового опробования и заменой его на валовое с попутной добычей и окупаемостью части затрат на эти работы, что существенно сокращает временной интервал от обнаружения металла до передачи объектов в эксплуатацию.

Таким образом, существующие методы отбора и анализа проб, разработанные для традиционных типов месторождений благородных металлов, являются непредставительными по массе и недостоверными по определению содержания золота на объектах с «нетрадиционным» типом оруденения. Пробирный анализ традиционных навесок (25–50 г) со значительной долей углистого и глинистого материала в лучшем случае показывает содержания лишь тонких (< 0,1 мм) фракций полезного компонента, а для достоверного определения золота минимальная навеска должна составлять не менее 1 кг.

Ниже приводятся материалы исследований, проведенных ФГУП «Башгеолцентр» (ответственный исполнитель И.В. Высоцкий) по ряду объектов и перспективных площадей западного склона Южного Урала, подчеркивающие существующие проблемы в аналитических методах по определению реальных содержаний благородных металлов.

Исмакаевская площадь

При проведении поисковых работ по объекту возник ряд проблем, связанных с очень малым количеством значимых результатов анализов на золото и практически полным их невоспроизведением различными методами (пробирный, химический, атомно-абсорбционный и др.), что обусловлено характером распределения и формами нахождения золота в рудах и породах, о чем по исследуемому району до настоящего времени имелись лишь крайне обрывочные сведения. Сомнения в достоверности возникли при получении результатов пробирного и атомно-абсорбционного анализов по керновым пробам из кор выветривания, в которых анализы показывали следы или н/о при том, что из пробы был намыт шлик, содержащий до 75 знаков видимого золота.

С целью контроля были отобраны четыре валовые малые технологические пробы из скв. 18.

Интервал 4,0–12,0 м был составлен из дубликатов керновых проб. В интервале 12,0–75,0 м было отобрано 3 пробы из 1/4 части керна (12,0–33,0 м и 33,0–62,0 м по коре выветривания и 62,0–75,0 м по верхней окисленной части коренных пород) и направлены на исследования в лабораторию ЗАО НПФ «Башкирская золотодобывающая компания» (БЗК), где подверглись агитационному выщелачиванию и анализу полученного материала атомно-абсорбционным методом с экстракцией дибутилсульфидом. По данной методике в двух пробах были определены значимые содержания золота: проба № 18/4-11, интервал 4,0–12,0 м, содержание — 3,09 г/т, проба № 18/62-74, интервал 62,0–75,0 м среднее по двум значениям (7,75 и 5,6 г/т) — 6,7 г/т. При этом стандартными методами анализа (атомная абсорбция, пробирная плавка) установленные содержания благородных металлов не превышали 0,1 г/т как по золоту, так и по серебру (табл. 1).

Приведенные выше данные о несопоставимости результатов различных методов анализа обусловлены крайне неравномерным распределением золота в коре выветривания, а также разными формами его нахождения: в свободном виде размером от 0,1 до >1,0 мм; в виде тонкого и тонкодисперсного свободного золота, связанного с сульфидами и продуктами их окисления, чем во многом объясняется неоднократно отмечавшийся разброс содержаний Au [Чернов и др., 1982 г.; Кучеревский, 1999 г.], полученных рядовым пробирным методом, и что указывает на возможное занижение его содержаний в рудах при рядовом опробовании.

С целью детального изучения распределения золота была отобрана технологическая проба № Т-2 весом 200 кг из шурфа, представленная песчано-щебнистой корой выветривания с установленной ранее золотоносностью методом агитации — 2,5 г/т.

Результаты технологических исследований пробы № Т-2 показали отсутствие значимых концентраций золота, содержания которого по данным пробирного и комбинированного пробирно-атомно-абсорбционного анализа параллельных навесок составили 0,04 и 0,13 г/т соответственно. Гравитационное обогащение 5-килограммовой навески фракции менее 0,2 мм показало, что в концентрат при выходе 0,186% и содержании 86,33 г/т золота извлечено 63,4%. В хвостах гравитации (0,093 г/т) остается 36,6%. Балансовое содержание золота в руде — 0,25 г/т.

Как известно, максимально допустимое расхождение содержаний Au между параллельными навесками одной и той же пробы не должно превышать 20%. Сравнение результатов технологических исследований показывает, что расхождение между данными пробирного и комбинированного про-

Таблица 1

Сравнительная таблица значимых результатов различных видов анализов на золото (в г/т) по скв. 18 (Исмакаевская площадь)

Интервал опробования, м	№ проб	Пробирный (Полевской хим.-тех. центр)	Химико-колориметрический (Полевской хим.-тех.центр)	Атомно-абсорбционный (Унипромедь)	Химико-спектральный (ЦНИГРИ)	Атомно-абсорбционный (БЗК)
0,0–2,0	18/1-2	<0,2	–	–	–	–
4,0–12,0	18/4-11	<0,2	–	<0,25	–	–
8,0–9,0	18/8	0,8	1,0	<0,25	–	1,82
15,0–16,0	18/15	≤0,2	–	<0,25	>2,0	–
26,0–27,0	18/26	0,4	0,3	<0,25	–	<0,1
47,0–48,0	18/47	1,0	–	0,9	–	<0,1
51,0–52,0	18/51	<0,2	–	<0,25	>2,0	<0,1
101,0–102,0	18/101	≤0,2	–	<0,25	–	0,32
62,0–75,0	18/62-74	<0,2	–	<0,25	–	<0,1
109,0–110,0	18/109	0,8	–	<0,25	–	0,88
115,0–116,0	18/115	<0,2	–	<0,25	0,7	–
135,0–136,0	18/135	–	–	–	0,5	<0,1
177,0–178,0	18/177	–	–	–	1,0	<0,1
247,0–248,0	18/247	–	–	–	0,9	–

бирно-атомно-абсорбционного анализа, относительно балансового содержания, составляет 84% и 48% соответственно и свидетельствует о недостоверности этих методов.

Рассмотрим основные причины занижения содержаний золота по данным пробирного анализа рядовых проб на примере технологических исследований валовых проб глинистой и глинисто-щебнистой коры выветривания месторождения Горный прииск и песчано-щебнисто-глинистой коры выветривания и первичных, слабо окисленных руд рудопроявления Улюк-Бар (табл. 2).

Минералогическое изучение гравитационного концентрата из 30-килограммовой навески технологической пробы Т-1 показало, что Au на 87,1 вес. % представлено золотиными размером более 0,1 мм [Тимошенко и др., 1982 г.].

На рис. 1 и 2 приведены гистограммы распределений содержаний золота по классам крупности и график зависимости между концентрацией и распределением золота, показывающий прямую кор-

реляционную зависимость между концентрацией и процентным содержанием тонких (–0,074 мм) фракций золота.

Содержание 0,25 г/т в пробе Т-2 характеризует только тонкие фракции, которые составляют всего 13% от массы всего золота в исходной руде, что хорошо согласуется с прямым расчетом: $1,7 \text{ г/т} \times 13\% = 0,22 \text{ г/т}$. Поэтому определенные балансовые содержания золота являются недостоверными.

Результаты измерений плотности золотин из коры выветривания участка Улюк-Бар, выполненные в лаборатории ВИМС, приведены в табл. 3.

С учетом этих данных рассчитано идеальное распределение золотин в процессе обработки керновых проб (табл. 4), из чего также следует, что в навеску 50 г могут попасть только золотины размером менее 0,1 мм.

Теоретическими расчетами адекватного размера проб установлено, что для частиц данного класса крупности (от 0,01 до 0,5 мм) точность $\pm 50\%$ определения содержания золота достигается с до-

Таблица 2

Технологические исследования валовых проб (Горный прииск, Улюк-Бар)

№№ проб	Объект	Места отбора проб	Вес пробы, кг	Содержание золота, г/т	Организация и год исследований
П-1	Горный прииск	С-1, инт. 0,4–13,0 м	200	1,56	ОАО «Унипромедь», 2000
П-100	Горный прииск	С-1, инт. 0,4–13,0 м	200	2,26	ОАО «Унипромедь», 2000
Т-1	Улюк-Бар	Штольня, инт. 332,7–334,1 м	1131,8	1,7	«ЦНИГРИ» (ОЭИ), 1982
Т-2	Улюк-Бар	Шурф 2, инт. 0,0–2,0 м	194,35	0,25	ЦНИГРИ, 2005

стоверностью 95% при наличии в анализируемой навеске как минимум 20 таких частиц и, при бортовом содержании 1 г/т, величина навески должна составлять: для золота фракции 0,05–0,1 мм — не менее 320 г; 0,1–0,25 мм — 1–1,2 кг; 0,25–0,5 мм — 20,5 кг [Литвиненко, Цымбалюк, 2005]. Поэтому неудивительно, что даже на месторождениях Невады (Карлин, Голд-Кворри и др.) с весьма тонким золотом (0,п–0,00п мкм) минимальная навеска

для пробирного анализа составляет 500 г [Остапенко и др., 2004].

Проблема достоверного определения содержания золота при подсчете запасов существовала и для золотоносных кор выветривания упоминавшегося выше Федоровского месторождения. Среднее содержание Au по данным пробирного анализа рядовых борздовых проб весом 9 кг составило 0,97 г/т. Гистограмма распределения золота по

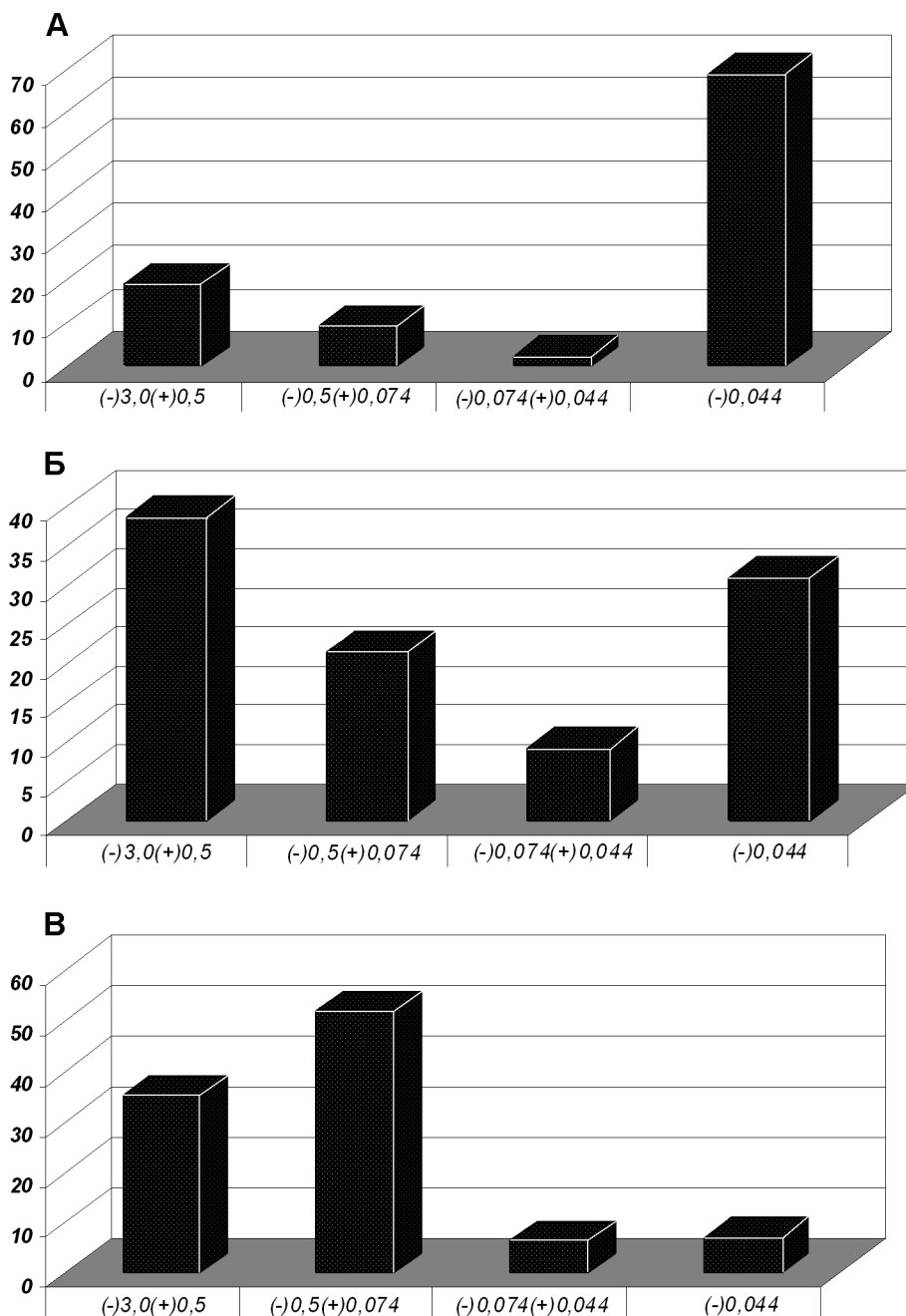


Рис. 1. Распределение содержаний золота по классам крупности

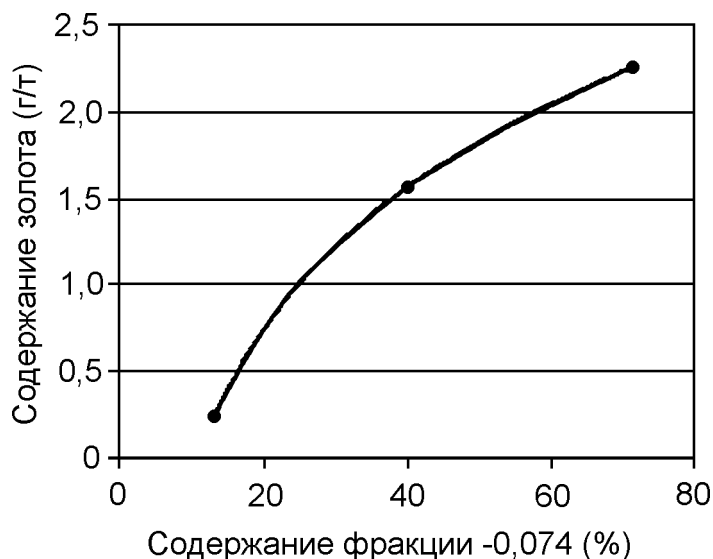
А — Горный прииск, шебнисто-глинистая кора выветривания, проба 2, среднее содержание золота 2,26 г/т; Б — Горный прииск, глинистая кора выветривания, техн. проба 1, среднее содержание золота 1,56 г/т; В — Улюк-Бар, техн. пробы Т-1, Т-2, среднее содержание золота 0,25 г/т

Рис. 2. График зависимости между концентрациями и процентным содержанием золота тонких фракций (-0,074 мм)

данным рядового опробования характеризуется одномодальной кривой (рис. 3а). Заверочным крупнообъемным опробованием с предварительным гравитационным обогащением было выявлено занижение содержаний Au рядовым опробованием в 9,6–26,9 раз. При этом распределение золота характеризуется двухмодальной кривой, что обусловлено присутствием крупного Au (рис. 3б).

Сравнение распределения золота по классам крупности в коре выветривания рудопроявления Улюк-Бар и Федоровского месторождения показывает, что для участка Улюк-Бар оно аналогично распределению золота в бороздовых пробах Федоровского месторождения (рис. 4).

Золотоносные породы Исмакаевской площади являлись источником известных еще с XIX века россыпей Большой Ключ и Кургашля. По неполным данным из этих россыпей мускульным способом было добыто 1,2 т золота. Крупное золото (класс крупности +1,0 мм) составляло 58%, при этом часто отмечались самородки весом от 5 до 20 г [Бик-



шанов, 2004 г.]. Исходя из этого, весьма вероятно, что золотоносные коры выветривания рудопроявления Улюк-Бар характеризуются значительной долей крупного золота, в первом приближении соответствующего второму модальному классу (+4,0 +6,0 мм) Федоровского месторождения, попадание которого не только в анализируемые навески, но и в керновые пробы маловероятно. Подтверждением являются результаты предшествующих поисково-

Таблица 3

Результаты измерений плотности золотин

№№ пробы	Количество зерен в навеске	Измеренная масса зерен, мг	Плотность навески, г/см ³	Объем навески, 10 ⁻³ мм ³	Масса примеси, %
12	3	0,2690	11,99	22,448	30
22	2	0,0731	13,02	5,612	24
37	1	0,0624	13,91	4,489	18
17a	4	0,1326	16,87	7,856	2
17б	2	0,039	15,09	2,693	14
18	4	0,3071	13,02	23,57	13
15	3	0,2143	13,63	15,71	20
среднее			14,02		

Таблица 4

Идеальное распределение золотин в процессе обработки керновой пробы (исходное содержание золота — 2 г/т)

Вес пробы после сокращения (г)	Число золотин в сокращенной пробе			
	1 мм	0,5 мм	0,25 мм	0,1 мм
2,6	–	3	22	330
1,3	–	2–1	11	165
0,6	–	1–0	5	83
0,3	–	0	3–2	42
0,15	–	0	1	21
0,5	–	0	0	7
Содержание Au в 50 г навеске, (г/т)	0	0	0	2

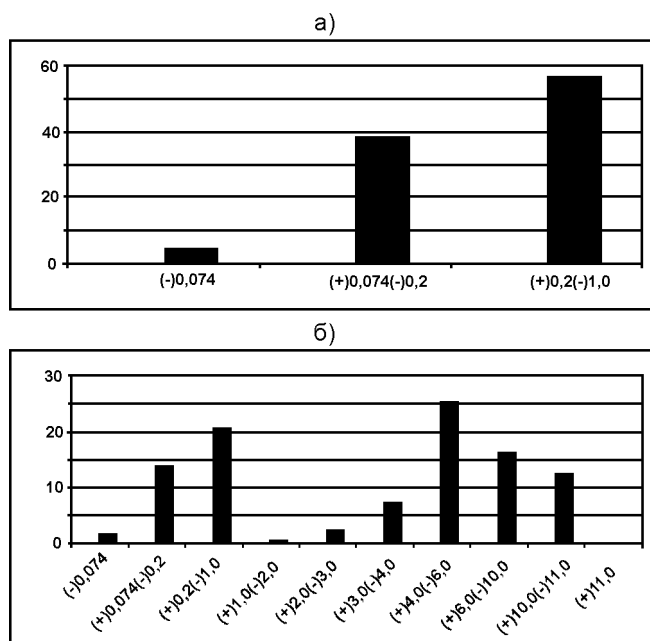


Рис. 3. Распределение золота по классам крупности Федоровского месторождения

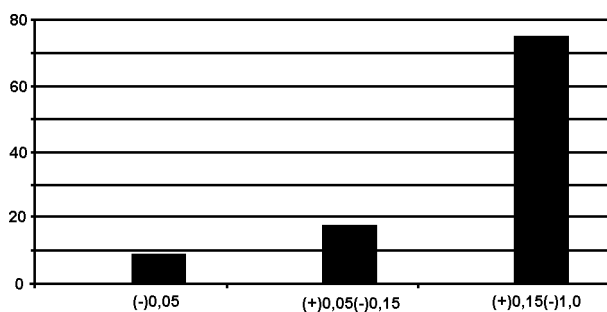
а — бороздковые пробы; б — валовые пробы

картировочных работ, согласно которым из нескольких десятков пробуренных скважин только одна совершенно случайно «попала» в обогащенный участок с крупным золотом. Особенности распределения золоторудной минерализации на объекте были установлены только при проходке и опробовании штольни. Среднее содержание золота по данным пробирного анализа 248 задирковых проб составило 2,92 г/т. В то же время из 987 бороздковых проб повышенные содержания Au выявлены только в 10 из них. По нашему мнению, результаты задиркового опробования также занижены, поскольку, как показано теоретическими расчетами, при исходных содержаниях золота в руде 2,0–4,0 г/т, в 50-граммовую навеску попадают лишь золотины размером менее 0,2 мм [Коньшев, 2005].

Приведенный выше материал показывает:

- традиционный пробирный анализ 50-граммовых навесок приводит к резкому занижению содержания золота с погрешностью более 50%, при этом анализируется лишь Au тонких (–0,1 мм) классов, составляющих всего 13% от массы всего металла;

- керновые пробы являются непредставительными по массе, т. к. попадание в них крупных



золотин является случайным и маловероятным событием, что подтверждается результатами предшествующих работ;

- результаты атомно-абсорбционного анализа рядовых и кучного выщелачивания малых технологических проб также показывают содержания золота только мелких классов.

В целом проведенный анализ подтверждает высказанное нами ранее предположение о крайне неравномерном (бонанцевом) распределении золота в пределах площади, в связи с чем пробы, даже весом 50 кг, являются непредставительными. Поэтому методика поисковых работ скважинами малого диаметра и опробование пробирным анализом малонавесочных проб являются непригодными для данного типа оруденения.

Шатакская площадь

Сопоставление результатов различных аналитических методов — традиционного пробирного, химического (иодометрического, хромометрического) и комбинированного (пробирного с предварительным раскислением азотной кислотой) одних и тех же проб конгломератов машакской свиты, выполненных в лаборатории Миндякского рудника (аналитик Н.М. Кирсанова), показало занижение содержания классическим пробирным методом в несколько раз (табл. 5).

Резкое расхождение в содержаниях было получено при определении благородных металлов в конгломератах машакской свиты традиционным пробирным анализом в лаборатории ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод» и атомно-абсорбционным методом в испытательном центре «Медь» ОАО «Институт Унипромедь». В первом случае концентрация золота определялась по стандартной методике пробирного анализа на 5 навесках общей массой 750 г, что дало отрицательный результат. Золото не было обнаружено ни в одной из 30 проб конгломератов и песчаников, присутствие серебра установлено в 13 пробах при концентрации 1,4–2,8 г/т.

Во втором случае анализ показал присутствие золота и серебра во всех пробах. Содержания Au составили 0,10–2,15 г/т, Ag — 0,5–5,25 г/т (табл. 6). Кроме того, атомно-абсорбционным методом в тех

Рис. 4. Распределение золота по классам крупности участка Улюк-Бар (технологическая проба Т-1)

Таблица 5

Результаты анализов на золото

№№ п/п	№№ проб	Название породы	Результаты анализов, г/т		
			пробирный	химический	комбинированный
1	71/6-7	Конгломерат с гематитом	Следы – 0,5	до 4,2	до 1
2	71/6-20	Конгломерат с гематитом	Следы – 0,4	до 1,2	1
3	71/6-21	Конгломерат с гематитом	Следы – 0,5	до 3,5	1,5
4	71/13-8	Конгломерат с магнетитом	0,3	до 3	1

же пробах были установлены значимые содержания металлов платиновой группы (МПП): до 1,75 г/т Pt и до 0,35 г/т Pd (см. табл. 6).

Здесь же необходимо отметить, что проведенное опробование пород из естественных обнажений

и керн пробуренных скважин в пределах Шатакского комплекса количественным масс-спектрометрическим с индуктивно связанной плазмой (ISP MS) методом (табл. 7) показало значительный разброс (от менее 0,01 до 721 г/т) содержаний золота, при

Таблица 6

Содержания благородных металлов по данным атомно-абсорбционного анализа

№ п/п	№ пробы	Порода	Концентрация, г/т			
			Au	Ag	Pt	Pd
1	71/11-1	Конгломерат с магнетитом	0,20	5,25	1,75	0,30
2	71/5	Песчаник с гематитом	0,25	1,00	<0,50	<0,10
3	71/10	Диабаз с магнетитом	<0,10	1,75	<0,50	<0,10
4	46/2-1	Конгломерат с сульфидами	0,10	1,00	<0,50	<0,10
5	71/11-2	Конгломерат	0,35	1,25	н/о	н/о
6	71/6-1	Конгломерат с магнетитом	1,80	1,45	н/о	н/о
7	71/13-1	Конгломерат с магнетитом	1,60	2,50	1,30	0,30
8	71/9-1	Конгломерат с магнетитом	1,20	1,00	1,50	0,20
9	153/1	Магнетитовая руда	1,20	1,75	<0,50	<0,10
10	153/2	Конгломерат с магнетитом	2,15	1,20	1,40	0,20
11	47/1	Конгломерат	0,20	1,38	н/о	н/о
12	9/10	Конгломерат	0,30	1,25	<0,50	<0,10
13	46/1	Углеродистый сланец с сульфидами	0,20	1,38	<0,50	<0,10
14	23/12	Конгломерат	<0,10	1,00	<0,50	<0,10
15	23/6	Конгломерат	0,20	1,25	<0,50	<0,10
16	9/2	Конгломерат	0,20	1,00	н/о	н/о
17	9/7	Конгломерат	0,15	0,75	н/о	н/о
18	23/10-3	Конгломерат	0,20	0,75	0,85	0,20
19	23/10-1	Конгломерат	0,20	0,75	0,60	0,20
20	71/6-2	Конгломерат	1,80	1,40	1,25	0,35
21	71/13-2	Конгломерат	1,60	2,55	1,30	0,30
22	151/1	Конгломерат с магнетитом	1,85	1,70	0,50	0,10
23	832	Гравелит с гематитом	0,20	0,50	<0,50	<0,10
24	27/2	Конгломерат	0,10	0,50	н/о	н/о
25	152/1	Песчаник с гематитом	0,20	1,25	н/о	н/о
26	150/3	Конгломерат	2,00	0,75	0,80	0,30
27	150/1	Конгломерат	0,10	1,00	н/о	н/о
28	150/5	Конгломерат	0,10	0,50	н/о	н/о
29	150-2-1	Диабаз с магнетитом	<0,10	1,75	<0,50	<0,10
30	23/1	Углеродистый сланец	0,20	1,38	н/о	н/о

этом абсолютные значения содержаний, как по золоту и серебру, так и по МПГ, оказываются близкими (тот же порядок цифр) к значениям, полученным атомно-абсорбционным методом.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что золото и часть серебра при пробирной плавке проб конгломератов по стандартной методике теряются в шлаках. Это подтверждается тем,

Таблица 7
Содержания благородных металлов (в г/т) по данным ISP MS метода

Название породы	Au	Ag	Pt	Pd
Диабаз	1,01	1,01	0,01	0,01
Конгломерат	0,01	0,02	0,41	0,01
Конгломерат	0,03	0,03	1,10	0,01
Конгломерат	0,01	0,01	1,04	<0,01
Конгломерат	0,01	0,05	0,41	0,01
Конгломерат	0,01	0,35	0,76	0,29
Конгломерат	0,01	0,16	0,71	0,01
Конгломерат	0,02	0,04	0,21	0,11
Конгломерат	0,04	3,67	0,45	0,01
Конгломерат	0,03	0,01	0,77	0,12
Конгломерат	0,97	0,02	0,02	<0,01
Конгломерат	5,05	0,04	0,31	0,01
Конгломерат	0,01	0,03	1,11	0,48
Конгломерат	0,03	0,00	0,01	0,63
Конгломерат	0,20	0,26	0,46	<0,01
Конгломерат	0,85	4,62	0,18	<0,01
Конгломерат	2,12	15,14	0,01	0,01
Конгломерат	<0,01	<0,01	0,88	0,01
Конгломерат	0,78	7,02	0,01	<0,01

что в пробах, не показавших наличия золота в корольках, изготовленных в пробирной лаборатории ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод», присутствие золота и серебра установлено минералогическим, комбинированным химико-пробирным и атомно-абсорбционными методами.

Приведенные факты подтверждают предположение о непригодности стандартной методики пробирного анализа для определения концентрации благородных металлов в изучаемых породах. Присутствующие в конгломератах в различных соотношениях кварц и минералы железа (магнетит и гематит) являются флюсом — шлаковыми составляющими. Поэтому золото, ассоциирующееся с этими минералами, при пробирной плавке на корольки уходит в шлаки. В этой связи для плавки каждой пробы руды необходим подбор шихты, т.е. определение в пробе составляющих, возможно удаление какой-либо из них, и только затем плавка.

Методика определения концентрации благородных металлов в конгломератах и других рудах с низкими содержаниями Au (ниже 4 г/т) и с различным соотношением кварца, магнетита, гематита, глинозема и других флюсующихся компонентов атомно-абсорбционным методом также несовершенна, так как для каждого типа пород требуются свои условия растворения навесок. В связи с этим необходима разработка специальных методов аналитических исследований для достоверного определения концентраций благородных металлов.

Суран-Ишлинская площадь

По результатам экспрессного химико-спектрального анализа на золото, содержание последнего в пробах, отобранных из пород с окисленной минерализацией (канавы и естественные обнажения) изменяется в пределах от 0,5 до > 2,0 г/т (15 проб), при этом в 12 пробах оно составляет > 2,0 г/т.

Кроме того, особенности золотоносности кварц-сульфидной минерализации Ишлинской площади были исследованы в разрезах по скважинам поискового бурения. Результаты штучного опробования (табл. 8) указывают на значительную изменчивость содержаний золота в изученных пробах.

Из 1290 бороздовых и керновых проб, проанализированных пробирным методом в Полевском Химико-Технологическом Центре, ни в одной пробе золото не обнаружено, несмотря на его наличие по данным аналитических исследований различными методами, выполненными в лаборатории ЦНИГРИ (табл. 9).

Таким образом, результаты изучения золотоносности гипергенных образований Суран-Ишлинской площади показывают с одной стороны, значительный разброс содержаний, с другой — несопоставимость результатов по данным разных методов

Таблица 8
Результаты количественного анализа благородных металлов (по данным ЦНИГРИ, метод ISP MS, г/т)

Место отбора проб	Rh	Pd	Pt	Au
Скв. 53, глуб. 270 м	<0,001	0,065	0,025	1,50
Скв. 56, глуб. 186,3 м	<0,001	0,0053	0,0088	3,05
Скв. 51, глуб. 85,0 м	<0,001	0,0044	0,011	0,31
Скв. 56, глуб. 150 м	<0,001	0,0031	0,0051	0,90
Скв. 67, глуб. 300 м	<0,001	0,0050	0,0213	27,29
Скв. 67, глуб. 240 м	<0,001	0,0026	0,015	5,31
Скв. 68, глуб. 54,0 м	<0,001	0,0032	0,013	1,64
Скв. 65, глуб. 76,0 м	<0,001	0,0088	0,0076	0,41
Скв. 65, глуб. 75,0 м	<0,001	0,0019	0,0034	0,30
Скв. 68, глуб. 55,0 м	<0,001	0,0032	0,0076	0,15

Таблица 9

Содержания золота (в г/т) в коре выветривания Суран-Ишлинской площади по результатам изучения различными методами

№№ проб	Пробирный	ЦНИГРИ			Полевской ХТЦ Пробирный
		Атомно-абсорбционный	Масс-спектрометрический количественный		
65/76–65/77	1,54	0,70	3,24	Среднее 0,75	н/о
			0,01		
			0,37		
			0,12		
			0,02		
65/78–65/79	0,32	2,07	0,003	Среднее 1,76	н/о
			0,12		
			0,03		
			8,11		
			0,53		
68/45				1,64	н/о
68/46				0,15	н/о
67/240				5,31	н/о
67/300				27,29	н/о
53/270				1,50	н/о
56/150				0,90	н/о
56/186				3,05	н/о
51/85				0,31	н/о

анализа малонавесочных проб, что еще раз подчеркивает несовершенство используемых методик анализа и ни в коем случае не может адекватно характеризовать перспективы золотоносности площади.

Заключение

Подводя итог изложенному выше материалу, необходимо отметить, что проблема достоверности опробования и аналитических исследований особенно актуальна на поисковой стадии работ, т. к. отрицательный или заниженный результат опробования служит основанием для прекращения работ на объектах. Поэтому каждая проба должна обрабатываться таким образом, чтобы в лабораторную навеску было гарантировано попадание частиц самородного золота.

Как следует из приведенного выше материала, общепринятые в настоящее время схемы обработки золотосодержащих проб такого попадания частиц золота не гарантируют. При формальном подходе, основанном на результатах традиционного пробирного анализа, согласно требованиям методических инструкций, мы должны оценить объекты поисковых работ как бесперспективные, хотя это далеко не так. Более того, вся имеющаяся геологическая информация свидетельствует о высоком потенциале западного склона Южного Урала на обнаружение крупнообъемных месторождений благородных металлов нетрадиционных типов.

Литература:

Барышев Н.В. Точность анализа проб, используемых для подсчета запасов: Материалы по методам разведки и подсчету запасов. М.: Госгеолиздат, 1948. 43 с.

Конышев В.О. Методология опробования на месторождении с крайне неравномерным и бонанцевым распределением золота // Разведка и охрана недр. 2005. № 2–3. С. 10–18.

Кренделев Ф.П. Металлоносные конгломераты мира. Новосибирск: Наука, 1974. 237 с.

Криге Д.Г. Роль математической статистики в методах уточненной оценки промышленного оруденения на рудниках Южной Африки // Вопросы математической геологии. Л.: Наука, 1968. С. 252–272.

Литвиненко И.С., Цымбалюк Н.В. О достоверности оценки крупнообъемных кварцево-сульфидных месторождений золота в углеродисто-терригенных толщах на Северо-Востоке России // Руды и металлы. 2005. № 2. С. 57–63.

Некрасов И.Я. Геохимия, минералогия и генезис золоторудных месторождений. М.: Наука, 1991. 302 с.

Остапенко Л.А., Стружков С.Ф., Рыжов О.Б. и др. Оценка достоверности опробования руд на крупнообъемных золоторудных месторождениях в терригенных толщах на примере Дегдеканского месторождения // Руды и металлы. 2004. № 2. С. 42–55.

Петров В.Г. Крупнообъемное опробование при геохимических исследованиях на золото. Новосибирск, 1982. 130 с.

Nika D.D., Andrei M.P. Статистическая обработка данных анализов на содержание Au в рудах и продуктах их обогащения // РЖ «Горное дело». 1966. реф. 4ДФ83.