

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

12-85-613

И.С.Ломоносов*, А.Е.Гапон*, С.Н.Дмитриев,
Т.В.Базаркина, С.В.Шишкин

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОИСКОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

Направлено в журнал "Советская геология"

* Институт геохимии им.А.П.Виноградова СО АН СССР,
Иркутск.

1985

Гидрогеохимический метод поисков золота имеет более чем 40-летнюю историю. В настоящее время доказана высокая миграционная способность золота в природных водах и установлена возможность поисков его месторождений на основе потоков и ореолов рассеяния в подземных и поверхностных водах зоны гипергенеза /1-7/.

Вместе с тем, наиболее перспективный, прямой гидрогеохимический метод поисков золоторудных месторождений все еще не вышел из экспериментальной стадии и практически не используется производственными геологическими объединениями.

В немалой степени это обусловлено тем, что широко применяемые в поисковой практике коллективные методы определения микроэлементов в природных водах (ЛТИ-ВИТР и ТПИ), основанные на соосаждении элементов различными коллекторами /8/, неэффективны при поисках золоторудных месторождений по прямому поисковому признаку. Золото ими или вообще не определяется (соосаждение его методом ТПИ составляет всего 30-40%), или определяется (методом ЛТИ-ВИТР) лишь в случае высоких содержаний - более 3 мкг/л. Предел обнаружения другими методами, основанный на концентрировании золота сорбентами, долгое время не превышал 0,01-0,025 мкг/л, что в большинстве случаев недостаточно для выявления закономерностей распределения золота даже в золотоносных районах из-за его низких содержаний в природных водах.

Вопрос о концентрациях золота в водах гидросферы тесно связан с проблемой определения кларковых (фоновых) содержаний при проведении гидрогеохимических поисков, в силу чего является исключительно актуальным, и на нем необходимо остановиться более подробно.

Наиболее представительные данные о кларке золота в пресных подземных водах зоны активного водосомена получены для областей умеренного климата. Кларк золота подземных вод таежных ландшафтов оказался равен 0,008 мкг/л (428 анализов), а горно-степных - 0,004 мкг/л (596 анализов) /9/.

Работами /1,4/ в пресных подземных водах таежных ландшафтов Дальнего Востока установлено среднее содержание золота 0,0026 мкг/л (156 анализов), а в водах Енисейского края, Забайкалья, Салаира, Кузнецкого Алатау, Алтая и Западной Монголии (555 анализов) - 0,004 мкг/л. Приводимый /9/ кларк золота подземных вод провинции многолетней мерзлоты (менее 0,012 мкг/л), дополнен данными В.Н.Макарова по Якутии (0,001 мкг/л) и Б.А.Воротникова по Чукотке (0,003



мкг/л) ^{/I/}. Особую группу природных вод представляют солоноватые грунтовые воды континентального засоления, в которых повышенные концентрации золота обязаны процессам испарительного концентрирования. Соотношение между распространением пресных вод выщелачивания и соленых вод континентального засоления составляет 4:1, а среднее содержание золота по 574 анализам изменяется от 0,0015 мкг/л в Кулундинской степи, до 0,084 мкг/л, в степях умеренного пояса, Южной Монголии, Центральном Казахстане и Средней Азии ^{/I,9/}.

В поверхностных водах юга В.Сибири по данным Ин-та геохимии им. А.П.Виноградова СО АН СССР, среднее содержание золота (1624 анализа) составляет 0,005 мкг/л. Аналогичный кларк получен для рек и озер Забайкалья по данным Геологического института Бурятского филиала СО АН СССР по 2976 анализам ^{/5/}.

Данные зарубежных исследований по содержанию золота в пресных водах мира немногочисленны. Д.Ливингстон и К.Турекян ^{/9/} принимают кларк золота для речных вод равным 0,002 мкг/л. По данным В.Зыки ^{/9/}, пресные речные, подземные и озерные воды содержат в среднем 0,011 мкг/л золота, а подземные воды Швеции характеризуются средним содержанием золота 0,003 мкг/л. В сводной работе Р.Бойла ^{/7/} указывается, что средние концентрации золота для всех пресных вод ниже 0,03 мкг/л, при этом отмечается высокая неравномерность в распределении содержания золота. Последнее подтверждается и результатами работы ^{/II/}, в которой на основании анализа 41 пробы вод, отобранных в западной части Соединенных Штатов Америки и Аляски (15 источников, 15 скважин, 7 речных вод и 4 других типа вод), установлено среднее содержание золота 0,005 мкг/л при колебаниях концентраций в отдельных пробах от менее 0,001 до 0,036 мкг/л. При этом максимальные концентрации золота (0,035–0,036 мкг/л) выявлены в двух пробах с высокой минерализацией (рассолы) и рудничных водах (0,023 мкг/л).

Представление о содержании золота в водах глубинных зон гидросферы могут дать подземные минеральные воды, распространенные во всех крупных артезианских бассейнах и подстилающих их кристаллических породах до глубины в несколько десятков километров, включая кристаллические породы земной коры, нагретые до 200–300°C и более. С этих позиций наибольший интерес представляют три основные группы минеральных вод: 1 – холодные углекислые; 2 – кремнистые термальные; 3 – соленые воды и рассолы (данные о содержании золота в этих водах приведены в табл. I). Наиболее низкие содержания золота характерны для азотных термальных вод областей новейших горообразовательных движений, а наиболее высокие – для гидротерм областей современного

вулканизма. Так, в гидротермах кратерного озера Троицкого на вулкане М.Семячик и в долине Узон на Камчатке, содержание золота достигает 20–28 мкг/л.

Золото в соленых водах и рассолах, генетически связанных с осадочными породами платформенных бассейнов осадконакопления, изучено недостаточно. По этому вопросу имеется лишь одна работа ^{/10/}, в которой рассмотрен характер распределения золота в соленых водах и рассолах нефтегазоносных отложений севера Томской области (Западно-Сибирский артезианский бассейн). Более представительные данные получены в последнее время (И.С.Ломоносов, Ю.И.Кустов) для соленых вод и рассолов южной части Сибирской платформы, залегающих до глубины 3,5 км. Содержание золота в них колеблется от 0,006 до 0,026 мкг/л.

В табл. 2 приведены расчетные значения кларка золота в различных водах гидросферы*. Обращает на себя внимание тот факт, что в отличие от прежних исследований, не установлено различия между кларком золота пресных подземных и поверхностных вод, который оказался выше кларка вод Мирового океана.

Наиболее высоким кларком обладают современные гидротермы долгоживущих вулканических центров, которые таким образом являются одним из основных поставщиков золота в гидросферу, и, как нам представляется, в значительной мере определяют металлогению рифтовых систем океанов и Тихоокеанского подвижного пояса, где известны крупные месторождения золота. При этом в общем объеме подземных вод кристаллических пород земной коры современные гидротермы областей активной вулканической деятельности, если исходить из площади распространения вулканических поясов, занимают 1/10 часть.

Кларк золота гидросферы, с учетом единовременных объемов отдельных ее видов, оказался равным $2,2 \times 10^{-9}$ (вес. %), что на два порядка меньше кларка золота ($4,3 \times 10^{-7}$) земной коры по А.П.Виноградову ^{/II/}.

Установленные кларковые содержания золота в различных видах гидросферы могут являться основанием для выделения рудных аномалий золота при проведении гидрогеохимических поисков в различных геологических условиях и способствовать, таким образом, дальнейшему совершенствованию самого гидрогеохимического метода поисков. Как положительный пример применения последнего являются исследования, проведенные в Забайкалье ^{/5/} на разведанных, но не отработываемых месторождениях и проявлениях золота, т.е. в условиях, исключающих влияние техногенного загрязнения золота природных потоков рассеяния. На площади 650 км² было отобрано 2690 водных проб. Концентрация золота в водных пробах варьировалась от 0,0005 до 0,952 мкг/л. Средние

* Расчет проведен И.С.Ломоносовым.

Таблица I

Средние содержания золота в водах глубинных зон гидросферы

Район	мкг/л	Кол-во анализов	Источник сведений
<u>Холодные углекислые воды</u>			
Прибайкалье и Забайкалье	0,005	12	Ин-т геохимии СО АН СССР, Геологич. ин-т Бур. филиала АН СССР
<u>Азотные термы</u>			
Байкальская рифтовая зона и Забайкалье	0,0034	32	" "
<u>Углекислые термы</u>			
Прибайкалье и Забайкалье	0,0067	6	" "
<u>Метановые термы</u>			
Прибайкалье	0,008	3	" "
<u>Современные гидротермы долгоживущих вулканических центров</u>			
Камчатка и Курильские острова, Паужетка	0,38	9	" "
Южно-Камбальные термопроявления, фумаролы вулкана Эбеко, долина Гейзеров	0,66	5	" "
Северная Америка	0,052	2	
Япония	0,53	27	
Новая Зеландия	0,20	7	
<u>Соленые воды и рассолы</u>			
Соленые воды юга Сибирской платформы	0,009	14	Ин-т геохимии СО АН СССР, Ин-т земной коры СО АН СССР
Рассолы юга Сибирской платформы, в том числе:			
а) хлоридные натриевые	0,015	13	" "
б) хлоридные кальциевые	0,013	6	" "
Соленые воды и рассолы юга Западно- Сибирского артезианского бассейна	0,10	20	10
Рассолы Южной Калифорнии	0,036	2	6

Таблица 2

Кларк золота гидросферы

Виды гидросферы	Кларк мкг/л	Кол-во использованных анализов	Единицей меньший объем, 10^6 км^3	Вес, 10^{15} т	Содержание 10^3 и 10^6 т
Мировой океан	0,004	-	1370	1420	5660
Пресные поверхностные воды (речные, озерные, лед)	0,005	4600	40	40	200
Подземные воды зоны активного водообмена.	-	-	4	-	-
в том числе:					
а) пресные	0,005	1800	3,2	3,2	16
б) солоноватые воды континентального засоления	0,033	574	0,8	0,8	26
Соленые воды и рассолы осадочной толщи без вод зоны активного водообмена	0,034	53	189	200	6800
Подземные воды кристаллических пород земной коры без вод зоны активного водообмена	-	-	857	-	-
в том числе:					
а) кремнистые термальные и углекислые холодные	0,006	53	772	790	4740
б) Современные гидротермы долгоживущих вулканических центров	0,455	50	85	87	39585
Вся гидросфера	0,022	7040	2460	2541	57047

Фоновые содержания золота в проанализированных пробах равны 0,004 мкг/л, т.е. находятся на уровне кларковых содержаний в пресных водах гидросферы, тогда как в пределах рудопроявлений концентрации золота в водах резко возрастают. При этом протяженность водных потоков рассеяния золота, считая от коренного источника до точки отбора последней пробы с аномальным содержанием составляет от 0,6 до 1,2 км.

Известные коренные золоторудные месторождения также часто четко выявляются повышенными по отношению к кларку пресных вод гидросферы концентрациями золота, находящегося в водных потоках рассеяния как в растворенном, так и во взвешенном состоянии.

Показательны в этом отношении гидрогеохимические исследования Т.Гамильтона и др. /6/ на золотых приисках в юго-восточной части Австралии (Баррингтонский и др.). Баррингтонское золоторудное месторождение площадью 60 км² представлено обогащенными сульфидными кварцевыми жилами, залегающими среди черных сланцев, песчаников и метаморфизованных конгломератов. Содержания золота в воде р.Копеланд, дренирующей рудное поле, колеблются от 0,028 до 0,130 мкг/л. При этом максимальные концентрации золота (0,123-0,130 мкг/л) выявлены на участках реки ниже рудничных отвалов и хвостохранилища. Так как пробы воды были профильтрованы через фильтр диаметром 1,2 мкм, авторы считают, что определенное ими золото находится в виде истинного раствора, коллоидов и органических комплексов. Содержание золота в твердой взвеси (фракция более 1,2 мкм) колеблется от 0,006 до 0,044 мкг на литр отфильтрованной воды.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что коренные месторождения и зоны золоторудной минерализации фиксируются содержаниями золота в водных потоках рассеяния, превышающими кларк гидросферы — 0,022 мкг/л. При этом, как показывает анализ результатов гидрогеохимических поисков золота в различных ландшафтных зонах /1,4-6,12/, максимальные его концентрации в водных потоках рассеяния золоторудных месторождений обычно не превышают 0,5-1,0 мкг/л, а "ураганные" содержания (до 28 мкг/л), выявленные в современных гидротермах Камчатки, имеют иную природу и связаны скорее всего с начальным этапом формирования месторождений золота. Не случайно современные гидротермы долгоживущих вулканических центров имеют самый высокий из всех природных вод кларк золота (0,455 мкг/л).

Не связаны с золоторудными месторождениями соленые воды и рассолы, в которых высокие концентрации золота (до 0,1 мкг/л) объясняются процессами испарительного концентрирования, как в древних соленых бассейнах осадконакопления, так и современных ландшафтах от-

пей и пустынь. Немаловажную роль здесь играют формы переноса золота. Высокая концентрация комплексообразователей в минерализованных водах является причиной того, что металлическое золото значительно интенсивнее переходит в раствор, образуя "ложные" аномалии. Особенно большую роль при этом играют хлоридные комплексы золота.

В этой связи для повышения эффективности гидрогеохимического метода поисков необходимым условием является выявление условий гидрогенного концентрирования и форм миграции золота в зоне гипергенеза на основе экспериментальных исследований и физико-химического моделирования на ЭМ. Численное моделирование природных процессов с помощью ЭМ, основанное на реальных содержаниях золота в природных водах, позволяет наиболее полно раскрыть геохимические особенности поведения золота в зоне гипергенеза и целенаправленно вести поиски его месторождений.

Уже первые результаты таких работ на одном из золотосных районов Сибири показали несомненную перспективность этого направления гидрогеохимических исследований. В результате физико-химического моделирования /13/ с использованием программного комплекса "Селектор" установлено, что в условиях обеднения кислородом направленность процесса формирования химического состава вод зоны гипергенеза идет в сторону преобразования форм золота из гидроксильных и гидроксихлоридных ($AuOH^0$, $[AuCl(OH)]^-$) в комплекс, содержащий $H_2S-[Au(H_2S)_2]^+$. В этих условиях происходит растворение золота и вынос его трещинно-жильными водами по зонам тектонических нарушений. При смещении трещинно-жильных подземных вод с поверхностными, восстановительные условия сменяются окислительными. Комплексы золота, содержащие сероводород, переходят в малоустойчивые комплексы с OH^- , Cl^- , и далее происходит почти полное выделение золота в форме Au^0 . Этот процесс носит постоянный характер, в результате в зоне гипергенеза происходит образование вторичных концентраций золота как металла. В рассмотренных условиях при содержании золота в трещинно-жильных водах $2,4 \times 10^{-6}$ г/л и суммарном расходе области разгрузки 10 л/с за 100 тыс. лет в зону гипергенеза поступает порядка 70 тонн металла.

По нашему мнению, это один из путей формирования золотосных россыпей, поиски которых, наряду с коренными месторождениями, могут и должны осуществляться с помощью экспрессных гидрогеохимических методов. Однако до настоящего времени золотосные россыпи не являлись объектом таких поисков. Более того, довольно широко распространено мнение, что россыпи золота не образуют водных потоков рассеяния /5/. Вместе с тем, на основании проведенных в последние годы исследований в одном из рудных районов Забайкалья установлен факт

наличия специфических сложных по структуре литогидрогеохимических ореолов рассеяния золота над русловыми россыпями ^{7/2/}. Основные результаты выполненных исследований сводятся к следующему. В русловых потоках гидрохимическое поле рассеяния золотоносных россыпей характеризуется концентрациями золота более 0,01 мкг/л, что уже само по себе является поисковым признаком. В фильтрате, лишенном минеральных взвесей, концентрация золота определена на уровне 0,0025–0,005 мкг/л, т.е. не превышает кларк золота пресных подземных вод и значительно ниже кларка гидросферы. Все гранулометрические фракции литогидрогеохимических ореолов рассеяния содержат золото в концентрациях от 0,03 до 5,41 г/т. Наиболее "продуктивной" является фракция с размером частиц от 0,001 до 0,25 мм. При этом фракции 0,05–0,01 и 0,01–0,001 мм являются "продуктивными" как по количеству проб, содержащих золото (91–75%), так и по концентрации золота, достигающей соответственно 3,7 и 1,3 г/т. Установлен факт наличия золота в тонкопелитовой (глинисто-коллоидной) фракции (менее 0,001 мм), при отсутствии его в фильтрате, что свидетельствует о присутствии тонкодисперсного, в том числе и коллоидного золота в литогидрогеохимических ореолах рассеяния. Количество проб, содержащих золото в тонкопелитовой фракции, составило 58%, а его концентрация в отдельных пробах достигает 0,2–0,36 г/т. Кроме золота, в тонкопелитовой фракции присутствуют глинистые минералы (гидрослюда, каолинит, слюда, редко монтмориллонит), тонкодисперсный кварц, полевые шпаты и окислы железа. Спичгилляционным методом спектрального анализа, разработанным в Институте геохимии им. А.П.Виноградова СО АН СССР ^{7/15/}, выявлено преобладание золотин с размером от 2,5 (нижний предел фиксации размеров золотин данным методом) до 16 мкм и более во фракциях менее 0,25 мм. В более крупных фракциях частицы золота отмечаются лишь в единичных пробах.

Из всего сказанного вытекает важный для поисков вывод о том, что в литогидрогеохимических ореолах рассеяния золотоносных россыпей миграция золота в самородном состоянии в качестве составной части взвеси глинистых минералов и окислов железа, преобладает над его миграцией в истинном растворе, а интенсивно протекающие в системе вода-порода процессы соосаждения и сорбции ограничивают дальность переноса золота речными потоками до 1,5–2 км.

Таким образом, заложено начало нового направления в поисковой гидрогеохимии, дальнейшая разработка и практическое применение которого открывает широкие перспективы поисков золотоносных россыпей.

Достижения в области разработки теоретических основ гидрогеохимического метода поисков неоправданно слабо внедряются в практику по-

исковых работ. В чем же причина и каков выход из создавшегося положения? Кроме субъективных, связанных с недоверием к самому гидрогеохимическому методу, основной и определяющей причиной длительной задержки в практическом внедрении метода является то, что все без исключения существующие методики определения золота в природных водах, удовлетворяющие современным требованиям анализа, имеют один решающий недостаток – они очень неэкспрессны, трудоемки, а также мало или совсем непригодны в полевых условиях.

Для уверенного определения золота в водных объектах используемая методика анализа должна иметь предел обнаружения не хуже 1×10^{-9} г/л. К таким методам относятся нейтронно-активационный и атомно-абсорбционный, при этом во всех случаях необходимо предварительное концентрирование золота из водных проб в полевых условиях. Именно этот этап работ до сих пор является камнем преткновения для поисковиков, т.к. даже наиболее совершенные методы концентрирования, обеспечивающие необходимый выход в концентрат золота (97–99%), требуют доставки большого объема воды на базу полевой партии.

В настоящей работе концентрирование золота проводили непосредственно на месте пробоотбора. Полное (98–99%) и селективное извлечение золота достигалось использованием в качестве концентратора твердого экстрагента (ТВЭКСа) на основе трибутилфосфата ^{7/16/}. Исследования проводили в 1984 году на двух золоторудных месторождениях и контрольном (фоновом) участке. На выбранных полигонах в каждой точке отбора параллельно с концентрированием золота на ТВЭКС проводили отбор проб (по 1 литру) для анализа в условиях стационарной лаборатории, по методике, включающей упаривание раствора, обработку нефтяными сульфидами (НС). Определение концентрации золота в образцах ТВЭКСа и НС проводили атомно-абсорбционным методом на спектрометре модели 503 фирмы Перкин-Эльмер. Предел обнаружения золота с учетом концентрирования (0,5 л – 0,5 мл) составлял $2 \cdot 10^{-11}$ г/л, статистическая ошибка на предельных концентрациях не превышала 16%.

На первом золоторудном месторождении (рис.1) геологоразведочными работами установлены две рудные зоны – первая (западная), наиболее обогащенная золотом, и вторая (восточная), слабозолотоносная. Первая рудная зона в западной части дренируется ручьем №1, в котором отработана богатая россыпь золота, вторая рудная зона дренируется двумя ручьями – в центральной части (руч. №2) и в восточной (руч. №3). Пробки воды отбирались через 250 м. Всего по трем водотокам и штольне отобрано и проанализировано по 30 проб воды для каждого метода. Анализами установлено, что содержание золота в воде колеблется в пределах 0,002–0,03 мкг/л. При этом, по результатам анализа проб,

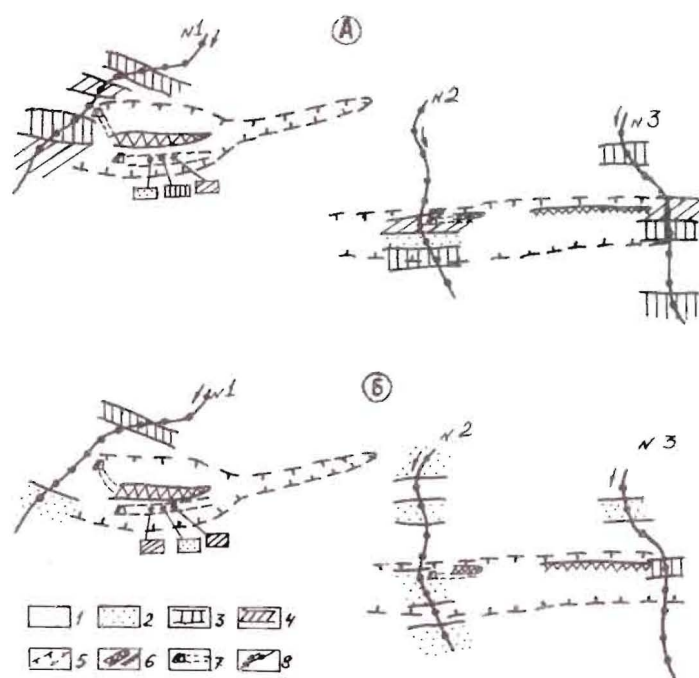


Рис.1. Гидрогеохимические аномалии в пределах золоторудного месторождения кварцево-сульфидного типа в черносланцевых толщах. А - концентрирование золота непосредственно на месте пробоотбора (с использованием ТВЗКСа) Б - концентрирование золота в условиях стационарной лаборатории
 1-4 - концентрации золота ($\mu\text{г}/\text{л}$):
 1 - до 5; 2 - 6+10; 3 - 10+20;
 4 - 20+30. 5 - зоны развития кварцевой сульфидно-прожилковой минерализации; 6 - сульфидные зоны (арсенопирит-пирит-кварцевая минерализация).
 7 - горные выработки (штольни). 8 - точки отбора проб.

доставленных в стационарную лабораторию, содержание золота, в основном (60,0% проб), колеблется в пределах 0,002-0,006 мкг/л, а в 26,7% проб от 0,006 до 0,01 мкг/л и лишь в 4-х пробах (13,3%) от 0,01 до

0,03 мкг/л (из этих 4 проб две отобраны из штольни). Видно (рис.1), что ореолы золота по водотокам прослеживаются очень слабо, в местах пересечения рудных зон повышенных содержаний золота в воде не отмечается, и рудные зоны четко не фиксируются. Исключением является ореол золота, установленный по пробам воды из штольни с концентрацией золота 0,01-0,03 мкг/л.

По результатам же анализа образцов ТВЗКСов, т.е. с применением методики концентрирования золота непосредственно на месте пробоотбора, содержание золота колеблется от 0,002 до 0,03 мкг/л, но количество проб с содержанием золота выше 0,01 мкг/л в 3 раза больше, чем в первом случае (43,4% против 13,3%). Установленные аномалии характеризуются высокими содержаниями золота (0,01-0,03 мкг/л) и четко фиксируют рудные зоны по всем трем водотокам. Аномалии золота очень контрастные, их протяженность совпадает с границами рудной минерализации.

На втором месторождении (рис.2) опробование было проведено по одному водотоку в 6 точках через 250 м, дренирующему южное крыло руд-

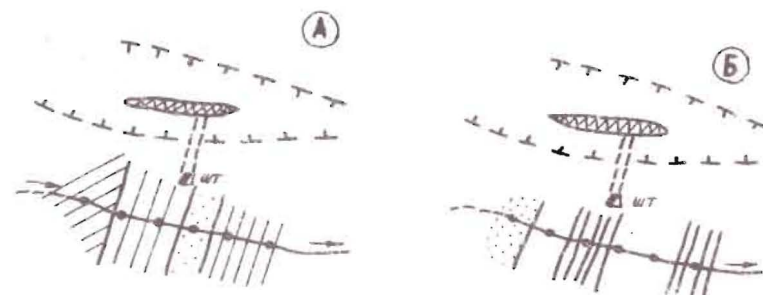


Рис.2. Гидрогеохимическая аномалия в пределах золоторудного месторождения сульфидного типа в черносланцевых толщах. Условные обозначения см. к рис.1.

ной зоны. Отбор и обработка проб проводились аналогично первому месторождению. Концентрация золота в воде (по двум видам опробования) на данном месторождении колеблется от 0,002 до 0,025 мкг/л. Как и в случае первого месторождения, ореол золота, установленный по анализу проб, доставленных в стационарную лабораторию, мало контрастен и слабо фиксирует рудную зону (лишь в двух пробах из шести содержание золота превышало 0,01 мкг/л).

По данным анализа образцов ТВЭКСов устанавливается единая протяженная аномалия золота с концентрациями (5 проб) от 0,01 до 0,023 мкг/л. Аномалия золота очень контрастная и четко фиксирует рудную залежь.

На третьем фоновом участке, расположенном в 150 км от месторождений, по небольшому водотоку, впадающему в крупную реку, пробы воды отобраны в трех точках аналогично описанному для золоторудных месторождений. Содержание золота в пробах воды не превышало 0,006 мкг/л, а в двух образцах ТВЭКСов золото с указанной выше чувствительностью не обнаружено.

Из вышеизложенного видно, что проведение концентрирования золота ТВЭКСом непосредственно на месте пробоотбора позволяет проводить опосредованное обследование больших площадей и тем самым способствует широкому внедрению гидрогеохимического метода поиска золоторудных месторождений прямым методом - по золоту, что до настоящего времени практически не проводилось из-за сложности обработки проб в полевых условиях. Анализ же большого количества крупнообъемных проб воды в стационарных лабораториях наряду с трудностями их транспортировки и хранения по ряду причин (в основном, не контролируемые потери на стенках посуды) не дает корректных результатов.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить признательность академику Г.Н.Флерову за активную помощь в постановке экспериментальных исследований и обсуждения результатов данной работы.

Л и т е р а т у р а

1. Воротников Б.А. Гидрогеохимические исследования золотого оруднения. - В кн.: Условия образования, принципы прогноза и поисков золоторудных месторождений. Тр. Ин-та геологии и геофизики, вып. 533, Новосибирск, "Наука", 1983, с.213-222.
2. Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов. М., "Недра", 1977, с. 214.
3. Ломоносов И.С. Состояние и перспективы применения гидрохимическо-

го метода поисков золоторудных месторождений Сибири. В кн.: Гидрогеология и инженерная геология Сибири, Новосибирск, "Наука", 1978, с.16-21.

4. Никитина М.Б., Судариков С.Н. Опыт применения нейтронно-активационного анализа при гидрогеохимических поисках золота в горноскладчатом районе Дальнего Востока. В кн.: Гидрогеохимия района Байкало-Амурской магистрали. Тр. ВСЕГЕИ, Нов.сер., т.318, Л., 1982, с.109-113.
5. Погребняк Ю.Ф. Золото в природных водах Забайкалья. М., "Наука", 1983, с.52.
6. Analysis of Gold in Surface Waters from Australian Goldfields: Au Investigation into Direct Hydrogeochemical Prospecting for Gold. Hamilton T.W., Ellis J., Florence T.H., Fardy J.J. Econ. Geol., v.78, 1983, p. 1335-1341.
7. Boyle R.W. The geochemistry of gold and its deposits (together with a chapter on geochemical prospecting for the element), Canada, Geol. Surv. Bull., 280, 1979, 584 p.8
8. Руликов А.А., Муликовская Е.К., Соколов И.Б. Методы анализа природных вод, М., "Недра", 1970, с.488.
9. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М., "Недра", 1978, с.285.
10. Шварцев С.Л. Золото в подземных водах Западно-Сибирского артезианского бассейна. В кн.: Вопросы геохимии подземных вод в связи с поисками рудных полезных ископаемых. Томск, изд. Томского университета, 1974, с.191-193.
11. McHugh J.B. Gold in natural water: a method of determination by solvent extraction and electrothermal atomization. J.Geochem. Explor., 20, 1984, pp.303-310.
12. Значение новых методов обработки гидрогеохимических данных с машинным построением карт на ЭВМ. Ломоносов И.С., Ефдокимова В.Н., Королева Г.П., Ламбина Е.Н., Филиппова Л.А., Чернигова С.Е. В кн.: Гидрогеохимические методы поисков рудных месторождений. Новосибирск, "Наука", 1982, с.97-104.
13. Королева Г.П., Ломоносов И.С., Карпов И.К. Физико-химическая модель гидрогенного концентрирования золота в зоне гипергенеза. ДАН СССР, т.278, № 3, 1984, с.732-734.
14. Ломоносов И.С., Корнева А.Р., Ломоносова Т.К. Формирование лито- и гидрогеохимических ореолов рассеяния золоторудных россыпей, Геохимия № 11, 1984, с.1711-1717.
15. Гапон А.Е., Прокопчук С.И. Сцинтилляционный метод анализа на золото и его использование при гидрохимических поисках. В кн.:

Геохимические методы поисков в северных районах Сибири.
Новосибирск, "Наука", 1984, с.166-170.

16. Дмитриев С.Н., Базаркина Т.В., Ягодин Г.А., Флеров Г.Н.
Экстракционно-рентгенорадиометрическое определение золота
в природных и технологических образцах. ОИЯИ, 12-84-127,
Дубна, 1984.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the *JINR Communications* and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.
Theoretical physics.
Experimental techniques and methods.
Accelerators.
Cryogenics.
Computing mathematics and methods.
Solid state physics. Liquids.
Theory of condensed matter.
Applied researches.

Being a part of the *JINR Communications*, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

JINR Rapid Communications will be issued regularly.



Рукопись поступила в издательский отдел
12 августа 1985 года.