

29. Галимов, Э.М. Исследование органического вещества и газов в осадочных толщах дна Мирового океана / Э.М. Галимов, Л.А. Кодина. – М. : Наука, 1982. – 228 с.
30. Холленд, Х. Химическая эволюция океанов и атмосферы / Х. Холленд. – М. : Мир, 1989. – 552 с.
31. Глобальный биогеохимический цикл серы и влияние на него деятельности человека. – М. : Наука, 1983. – 424 с.
32. Сиротин, В.И. Литологические и геохимические особенности песчаных толщ альба и сеномана Воронежской антеклизы и их палеогеографическое значение / В.И. Сиротин, В.А. Шатров, С.А. Коваль и др. // Литология и полезные ископаемые. – 2005. – № 2. – С. 159-171.
33. Балашов, Ю.А. Изотопно-геохимическая эволюция мантии и земли / Ю.А. Балашов. – М. : Наука, 1985. – 224 с.
34. Савко, А.Д. Геология Воронежской антеклизы / А.Д. Савко. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 165 с. – (Тр. НИИ геологии ВГУ, Вып. 12).
35. Минеев, Д.А. Лантаноиды в минералах / Д.А. Минеев. – М. : Недра, 1969. – 182 с.
36. Герасимов, П.А. Юрские и меловые отложения Русской платформы. Очерки региональной геологии СССР / П.А. Герасимов, Е.Е. Мигачева, Д.П. Найдин и др. – Вып. 5. – М. : Изд-во МГУ, 1962. – 196 с.
37. Преображенская, В.Н. Стратиграфия отложений юры и низов нижнего мела территории ЦЧО / В.Н. Преображенская. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1966. – 282 с.
38. Стратиграфия СССР. Меловая система. – М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1986. – Полутом I. – 339 с.
39. Стратиграфия СССР. Меловая система. – М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1987. – Полутом II. – 326 с.
40. Шатагин, Н.Н. Палеогеография фосфоритов Москвы / Н.Н. Шатагин, М. Иранманеш // VII Международная конференция «Новые идеи в науках о земле» : материалы докл. – Т. I. – М. : КДУ, 2005. – С. 106.
41. Синицын, В.М. Древние климаты Евразии. Ч. 2: Мезозой / В.М. Синицын. – Л. : Изд-во Ленинградского гос. ун-та, 1966. – 167 с.
42. Школьник, Э.Л. Типизация фосфатных желваков и ассоциированных фосфатных фрагментов Восточно-Европейской платформы, их сравнение с современными и некоторыми разновозрастными аналогами (по результатам электронномикроскопического изучения) : учеб. пособие / Э.Л. Школьник, Г.Н. Батурия, Н.В. Гореликова и др. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 79 с. – (Тр. НИИ геологии ВГУ ; Вып. 27).
43. Савко, А.Д. Эксгальционно-осадочная металлоносность Воронежской антеклизы – новые горизонты поисков рудных месторождений в осадочном чехле. Статья 1. Интерметаллиды: локализация, типы, состав / А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев, В.В. Лоскутов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – Воронеж : ВГУ, 1999. – № 7. – С. 139-155.
44. Савко, А.Д. Ультратонкое золото / А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2001. – 151 с. – (Тр. НИИ геологии ВГУ ; Вып. 6).

УДК 551.4

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОИСКОВ ЗОЛОТА В УСЛОВИЯХ ТРОПИКОВ

Е.Н. Божко

Воронежский государственный университет

В статье рассматривается специфика проведения литогеохимических поисков в районах со сплошным развитием латеритных кор выветривания на примерах золоторудного узла Банора, его обрамления (Республика Гвинея, Западная Африка). На фактическом материале приводятся примеры положительного решения ряда поисковых задач. Намечены возможные направления в интерпретации данных поисковой литогеохимии как одного из действенных методов при решении вопросов формационной принадлежности золоторудных проявлений, установление связи экзогенных аномалий с их первоисточником и другие прикладные задачи.

Золоторудный узел Банора (западная часть зоны Сигири, Мали-Гвинейского района, бирримской золотоносной области) истари является источником золота. В основном добыча металла ведется из россыпных объектов различных генетических типов. На территории золоторудного узла Банора известен ряд мелких месторождений и проявлений коренных руд, часть из которых отрабатывается или отрабатывалась в прошлом. При этом площадь является перспективной на обнаружение кондиционных объектов с золоторудной минерализацией, в том числе и достаточно

крупных по своим параметрам. Интерес исследования этой площади литогеохимическими методами связан, в первую очередь, с тем, что территория характеризуется сплошным развитием латеритной коры выветривания, где коренные породы можно наблюдать лишь в глубоких врезках речных долин или на крутых приводораздельных склонах. То есть там, где скорость денудации опережает процессы корообразования. Кроме этого геологическое строение территории осложнено разновозрастными тектоническими нарушениями, что существенно осложняет прослеживание рудоконтро-

лирующих структур под латеритными покровами. В этих условиях литогеохимические поиски становятся чуть ли не единственным методом выявления и прослеживания участков золоторудной минерализации, предварительного решения вопроса их формационной принадлежности и, кроме этого, позволяют обнаружить объекты экзогенного накопления золота с рентабельными для добычи параметрами.

Месторождения (повышенные содержания) зоны гипергенеза формируются за счет перераспределения элементов, содержащихся в первоначальном субстрате [1]. Золото не исключение. Следовательно, анализ территории должен начинаться с изучения первичной золотонности, подвергавшейся гипергенным процессам. Помимо оценки первичной золотонности важно представлять, насколько и как золотонный субстрат мог быть изменен экзогенными процессами. Для разбраковки аномалий необходим учет этих двух составляющих, определяющих свойства экзогенной аномалии.

Корреляционные связи экзогенной золотонности с коренными источниками можно проследить в большинстве случаев. При всем многообразии природы экзогенных концентраций не следует предполагать их существенную оторванность от первоисточников. Учитывая собственные наблюдения и данные других исследователей [2, 3, 4], хочется подчеркнуть пространственную приуроченность аномальных содержаний к источникам, их формирующим. Другое дело, что не всегда учитывается все многообразие этих первоисточников. Тем не менее, экзогенная золотонность в целом наследует минералого-геохимические особенности эндогенного золотого оруденения региона, предопределенные строением и составом структур-

но-вещественных комплексов [3]. Учитывая, что при литогеохимическом опробовании приходится иметь дело с почвенными горизонтами, следует подчеркнуть, что даже для районов с латеритным выветриванием, где сходство между почвой и материнским субстратом в содержании микроэлементов ослаблено, качественной конвергенции до конца не происходит. Даже длительные процессы гипергенного преобразования не в полной мере устраняют в почвах геохимические признаки, свойственные материнским породам [5, 6]. Это обусловлено и тем, что постоянные денудационные процессы значительно омолаживают почвы (верхние части коры выветривания) и в процессы почвообразования (корообразования) вовлекается нижележащий материнский субстрат.

При обработке результатов анализов литогеохимических проб зачастую возможно проследить первичную природу источников золота. В пример можно привести результаты по такому нетипичному для региона источнику золота, как породы траппового комплекса. При площадных геохимических работах аномально повышенные содержания золота фиксировались на площадях распространения трапповых массивов и зон их экзоконтакта (последнее связано как с собственно повышенной их золотонностью, так и с обогащением делювиально-пролювиальных шлейфов у подножий массивов, чаще всего формирующих положительные структуры в современном рельефе). Несмотря на глубокую проработку гипергенными процессами коры выветривания сохранили признаки первичной специализации (рис. 1). На рисунке отчетливо видно, что выборки располагаются в двух различных полях, тяготея к первичной специализации, вне зависимости от степени

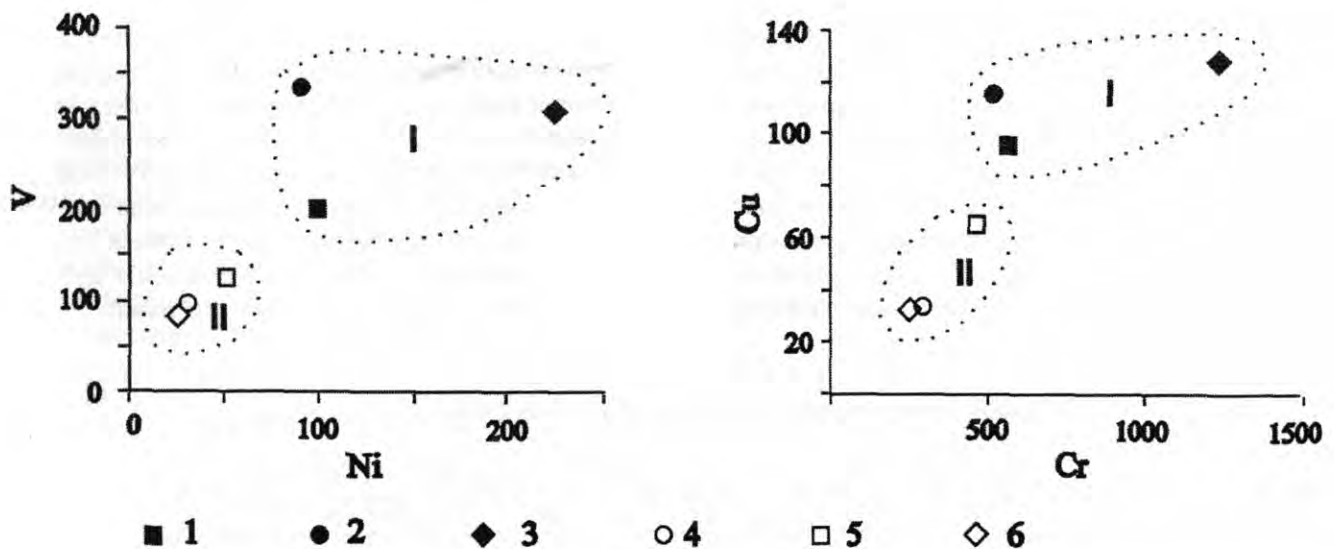


Рис. 1. Средние содержания ряда элементов в телах гипергенной природы различной степени выветривания, участок Рангайя (в $\text{п} \cdot 10^{-4}$ масс. %):

I – на породах трапповой формации: 1 – «кираса»; структурные глины; 2 – по габброидам; 3 – по перидотитам. II – на метаосадочных породах биррима: 4 – «кираса»; «структурные» глины; 5 – в трансэлювиальном ландшафте; 6 – в автономно-элювиальном ландшафте

Содержание ряда элементов в элювии пород траппового комплекса на участке Рангайя

	Au	Ni	Co	Ti	V	Cr	Mo	Zr	Nb	Cu	Pb	Ag	Zn
Зона структурных глин по габбро-долеритам	0,002	9,1	1,1	402,5	34	51,9	0,4	66	1,6	12	1,5	0,017	12,2
Зона структурных глин по перидотитам	0,004	22	3,2	432,3	30,7	121	0,4	36,6	1,8	13	1,7	0,024	15,5
Зона нерастворимых окислов по перидотитам	0,015	10	0,8	432,1	20,5	56	0,1	28,2	2,4	9,04	1,3	0,008	6

*Примечание: Au в г/т, остальные элементы в п*10⁻³ мас. %.*

изменений. При этом в процессе гипергенных преобразований пород траппового комплекса произошло накопление золота в верхней части коры выветривания, что хорошо видно из таблицы 1, где приведены данные по одному из участков золоторудного узла Банора.

Из таблицы 2 видно, что рудопроявление Голе-Бубе несет типичную специализацию для коренных рудопроявлений золото-сульфидно-кварцевой зоны Сигири. Из этой же таблицы вытекает одна интересная закономерность: деструктурированный элювий, несмотря на глубокую степень гипергенной проработки сохраняет геохимическую специализацию по таким элементам, как Mo, Cu и Pb. Примечательно, что даже такие подвижные элементы, как As и Ag, сохраняют повышенные над фоном содержания в ранее минерализованных, а теперь полностью деструктурированных, зальбандах (рис. 2). По-видимому, содержания элементов всяческого бока жил, как менее выветрелого, дают более правильное представление о первичной рудной специализации, но об изначально более высокой минерализации лежащего бока можно судить по более значительной степени выветривания. По-видимому, он представлял собой рудную брекчию, где вмещающие породы содержали значительное количество кварцевых прожилков с сульфидами, были катаклазированны и более проницаемы для метеорных вод. Даже на поверхности (глубина траншеи всего 1-1,2 м), значительно выветрелые породы зальбанд сохраняют рудную специализацию (см. рис. 2), что подтверждает возможность унаследования и частичной сохранности первичной геохимической специализации коренных рудопроявлений, несмотря на глубокую степень проработки субстрата в условиях латеритного выветривания. Это имеет большое значение

при литогеохимических поисках, когда приходится работать с измененным веществом.

Рассматривая направления миграции металла, надо представлять, что рельеф территории является определяющим фактором, влияющим на пространственное положение аномальных содержаний золота и их геометрию, наряду с параметрами, изначально присущими коренным рудным телам. Помимо этого, рельеф предопределяет и количественные характеристики полезного компонента аномалии, искажая их. При большей крутизне склона аномалия будет более обширной, но при этом следует ожидать разубоживание полезного компонента. Также на разубоживание или концентрацию элементов оказывает влияние различная форма склонов. Помимо этого, уже то, что рельеф предопределяет расположение промышленно значимых экзогенных аномалий – россыпей, подразумевает, что изучение морфологии исследуемой территории становится одной из важнейших задач. В пределах автономно-элювиального ландшафта, со склонами до 5°, отмечалось накопление золота. Трансэлювиальный ландшафт на склонах долин обеднен металлом, а в тальвегах (субаквальный ландшафт) зачастую происходит концентрация золота с образованием россыпей.

При исследовании площадей, рельеф которых характеризуется многоуровневыми поверхностями выравнивания и сплошным развитием кирас, существенным искажением экзогенных морфологических форм, под литогеохимическое опробование вполне могут подпасть неидентифицируемые с поверхности древние россыпи. Одним из признаков таких аномалий является отсутствие корреляционных связей между золотом и другими элементами, что, несомненно, присутствовало бы при

Содержание ряда элементов в рудопроявлении участка Голе-Бубе

	Au	Ni	Co	Ti	V	Cr	Mo	Zr	Nb	Cu	Pb	Ag	As	Zn	Y
Кварц жильный	0,2	30	7,5	312	31	132	1,4	40	18	48	18	0,2	700	50	2,4
Деструктурированный элювий	0,09	46	16	3200	380	205	5	160	22	190	36	0,1	610	62	8
Структурный элювий	0,04	32	9	3000	220	78	1,2	40	22	110	16	0,08	500	53	7,2
Cf, почва	0,03	27	9	7000	220	240	1,2	320	29	51	13	0,1	<500	82	6,7
Cf, метаосадочные породы района	0,003	122	18	6200	320	490	3,5	900	24	84	18	0,3	<500	140	11

*Примечание: Au в г/т, остальные элементы в п*10⁻⁴ мас. %.*

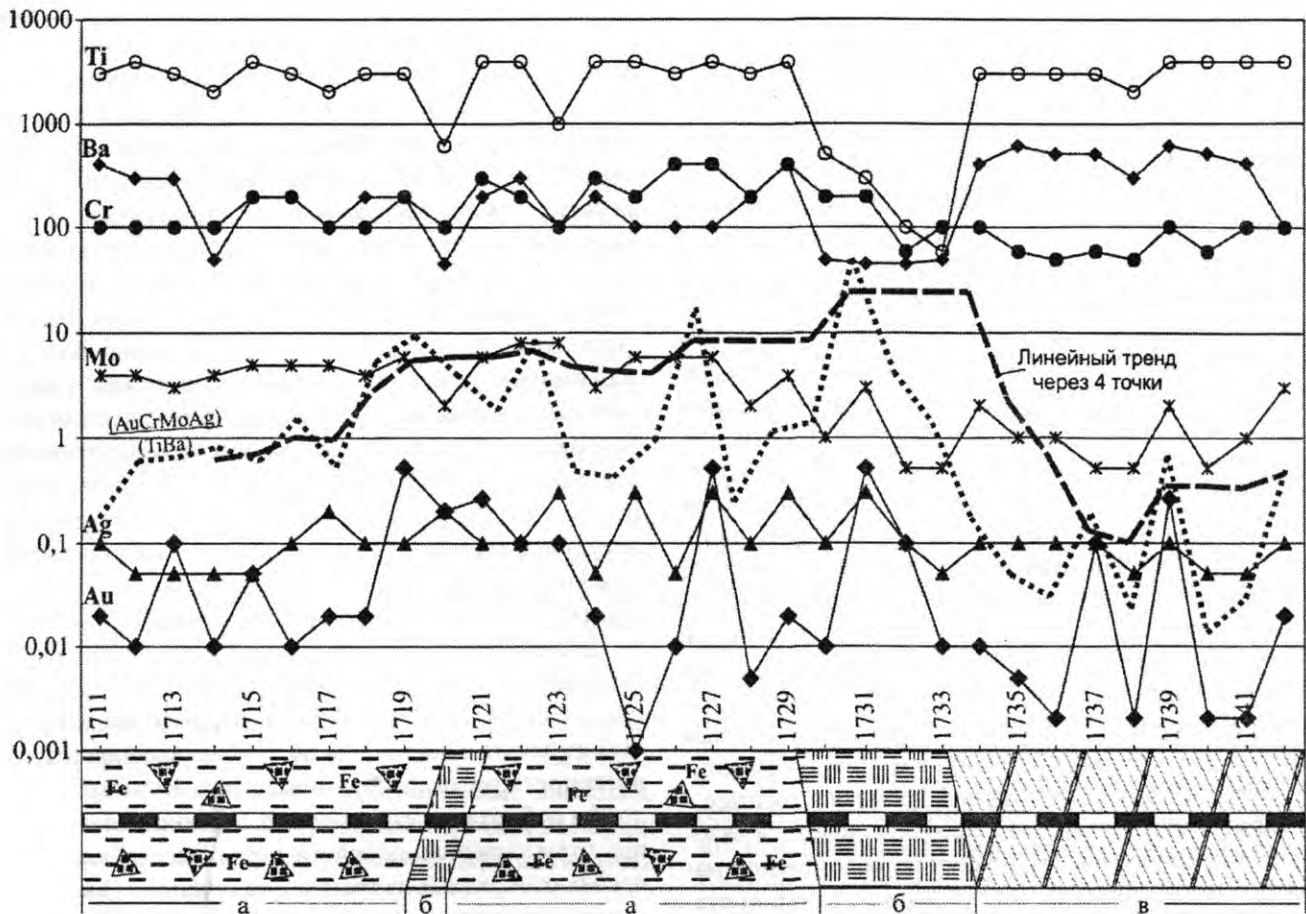


Рис. 2. Распределение ряда элементов по полотну траншеи № 35, мультипликативный график $(Au \cdot Cr \cdot Mo \cdot Ag) / (Ti \cdot Ba)$ и его линейный тренд через 4 точки:

в полотне траншеи: а – разрушенный, латеритизированный элювий с обломками кварца; б – кварцевые жилы; в – зона структурных глин по алеволитам биррима с кварцевыми прожилками.

рудной природе повышенных концентраций. Результаты исследований почв на древнем аллювии р. Майел в Гвинеи показали повышенное содержания золота ($C_c = 0,003$; $C_{max} = 0,5$ г/т), но при этом не были выявлены корреляционные связи золота с другими элементами.

По результатам литогеохимического опробования и изучения состава знаков золота можно проследить цепочку источник–транзит–концентрация (под транзитом следует понимать и элювиальное накопление как проецирование на нижележащие уровни). Здесь опять же существенно выявление корреляционных связей между элементами. Выше была показана положительная корреляция золота с Cr, Mo, Cu, Ag, As в рудных телах золото-сульфидно-кварцевой формации. Естественно, что и те аномалии перечисленных элементов, которые выявлялись на площадях исследований, несли повышенную золотоносность. Например, на участке Пелюм-Пате (Гвинея), все положительные аномалии мышьяка отражали рудные тела и коррелировались с высокими содержаниями золота. Присутствие примесей ванадия в золоте одной из россыпей и повышенные содержания этого элемента в сульфидах кварцевых жил участка Мета позволили интерпретировать последние как источник россыпного золота. Впоследствии это нашло подтверждение и по другим признакам – напри-

мер, по отпечаткам актинолита (также присутствующего в жилах) на поверхности золотин.

Интересные выводы по прослеживанию источников золота экзогенных аномалий были сделаны при изучении россыпей с попутной платиновой минерализацией в бассейне р. Гаран. Здесь отмечается некоторая закономерность в распределении элементов примесей для золота различных составляющих водотоков. Так, для верховий рек свойственно золото с более высоким количеством платиноидов в качестве примесей. Далее его количество закономерно снижается в среднем, а тем более в нижнем, течении. Это вписывается в отмеченную у ряда авторов модель самоочищения золота в зависимости от дальности переноса и времени нахождения в россыпи [7, 8, 9]. Но учитывая, что внутренние структуры платиноидсодержащих знаков не несут признаков гипергенного преобразования (безусловного свидетельства самоочищения), а также учитывая «благородность» платиноидов, следует предположить, что уменьшение количества платиноидов вниз по течению связано с разубоживанием благороднометалльной составляющей золотом из других источников.

Еще одной особенностью благороднометалльной составляющей россыпей долины р. Гаран – присутствие в качестве спутников мелких (<0,1 мм), округлых

(шаровидных, дробевидных) знаков платины, с гладкой уплотненной поверхностью, свойственной и «белому золоту». Цвет платины – стально-серый, с отчетливым металлическим блеском. Знаки слабо магнитны (реагируют на намагниченную иглу), тверже золота. С последним они имеют близкий удельный вес – знаки одной размерности сопоставимы по массе. Аномально необычный состав золота бассейна р. Гаран, присутствие в знаках золота включений платиноидов, минеральные ассоциации с платиной, а также пространственная приуроченность этих россыпей к интрузивам траппового комплекса позволяют предположить в качестве источника «белого» золота базит-гипербазитовые тела мезозойского этапа тектономагматической активизации. Некоторое разнообразие в составе золотин предопределено их различным генезисом. Возможно, не содержащее серебро золото первой разновидности, наряду со знаками платины, непосредственно отражает собственно магматогенные акцессорные включения самородных металлов в траппах. Вторая разновидность золота вероятнее всего имеет гипергенную природу, являясь «новым» золотом. Именно при образовании в условиях гипергенеза произошло формирование сплава золота, серебра, палладия, первичным источником которых служили их тонкодисперсные примеси в траппах.

Также интерпретировать источник золота в экзогенных аномалиях можно и по составу обломочного материала. Литифицированные россыпи верхнего протерозоя в составе обломочного материала конгломератов содержат гальки гранитоидов, идентичных близ расположенному массиву Канкан-Нафаджи. Также среди обломков отмечается рудный кварц из рудопроявлений на Ю-ЮВ от массива. Следовательно, золотоносность конгломератов была предопределена размывом этих рудопроявлений. Действительно, из протолок проб конгломератов извлечены знаки золота размерностью 0,1-0,8 мм со следами окатанности. Одна из проб весом 15 кг содержала 40 знаков золота. При этом золото было извлечено не только из цемента, но и из кварцевых галек. Естественно, в последнем случае золото имело рудный облик.

В условиях тропического выветривания существенно сохраняются качественные характеристики первичных золотосодержащих аномалий, но определенные трудности вызывают количественные оценки первичных содержаний. Вместе с тем, при литогеохимических поисках и при применяемом при этом полуколичественном спектральном анализе нет необходимости говорить о количественном содержании металла в исследуемом субстрате. Во-первых, в качестве исследуемого вещества выступают почвы, само собой не являющиеся рудой; во-вторых – полуколичественный метод страдает серьезными ошибками и применим лишь при массовом опробовании. Приходится признать, что определение количественных характеристик выявленных рудных тел следует оставить для последующих поисковых работ и удовлетвориться лишь качественным определением количества золота на уровне «больше» или «меньше» и получаемыми пространственными характеристиками аномалий.

Конфигурация ореолов и их размеры практически не меняются от глубины отбора проб, сохраняя схожесть геометрических параметров как на глубине 0,5 м, так и на 15-20 м. Это, вероятно, связано с незначительными возможностями для перемещения золота по латерали [10, 11], что характерно как для проецирования, так и телескопирования. Но хотелось бы оговориться, что это утверждение верно для аномалий на относительно выровненном рельефе. Если мы имеем дело с рудным телом, находящимся в области влияния экзогеодинамических факторов, то позиция и форма геохимической аномалии будет подчиняться законам смещения вещества в экзогеодинамических потоках. Говоря о глубине пробоотбора, хотелось бы отметить, что, как и для любой территории [11], в тропиках для отбора проб рекомендуется иллювиальный горизонт, несущий в себе конкреции гидроокислов железа. Надо отметить, что грубая фракция латеритов наиболее контрастно отражает положение ореолов Au [10].

В некоторых случаях, при работе на площадях с неразвитыми почвами, что на территории исследований очень часто наблюдается на склонах, иллювиальный горизонт в почвенном покрове не выделяется или интерпретируется очень ненадежно. В этом случае пробы отбирались из закопшек глубиной 15-20 см, и при этом содержания золота отражали содержания в пробах отобранных из траншей на глубине 2-3 м. Сравнение результатов опробования показало достаточно приемлемую схожесть данных, что позволяет считать корректным проведенное опробование из верхних горизонтов почв. При этом, количественно, отобранные из почвенных горизонтов пробы практически всегда показывали более высокие содержания по сравнению с пробами из горных выработок, за исключением случаев, когда последние вскрывали рудные тела.

При анализе конфигурации и контрастности полученных ореолов следует учитывать такой фактор, как укрупнение золота в латеритах. Не исключено, что дисперсное золото из латеритов практически нацело перераспределяется и укрупняется. Следовательно, в пробу попадают относительно крупные частицы и значительно снижается шанс присутствия таких золотин в анализируемой навеске. Здесь основательны рассуждения о весьма неравномерном распределении металла в опробуемом теле. Естественно предположить, что более тонкие фракции полезного компонента будут иметь более равномерное распределение и наоборот. Кроме этого, специфика обработки геохимических проб подразумевает истирание материала, при котором макрочастицы золота благодаря превосходной ковкости могут развальцовываться на механизмах истирателя и не попадать в конечную навеску. На участке Курбат (префектура Дабола, Центральная Гвинея) при проходке горных выработок на элювиально-делювиальной россыпи содержания золота «вес» при промывке было зафиксировано на тех интервалах пробоотбора, где рентгеноспектральный анализ показывал «фон», и наоборот – лабораторный анализ давал содержания в граммы, но «видимого» золота отмечено не было.

Следовательно, при анализе результатов геохимического опробования следует учитывать возможность занижения содержания золота. При изучении участка Рангайя высокие содержания золота были получены на приводораздельной площадке бронируемой кирасой зоны нерастворимых окислов латеритного профиля выветривания. Все пробы с содержаниями более или равными 0,1 г/т (СЗМ) были повторно проанализированы методом РСА, что позволило выявить содержания золота до 30 г/т, повысить контрастность ореолов, и более правильно представить структуру аномальных полей. Естественно, такие методы применимы только при постановке детальных литогеохимических работ, когда никакие другие методы (аддитивных или мультипликативных ореолов) не дают желаемого результата.

Перспективность аномалии зависит от многих характеристик: содержания полезного компонента, количества точек с аномальным содержанием, размера и, что кажется наиболее важным, – потенциала аномалии с позиции обнаружения кондиционного объекта. Особенно это существенно в условиях тропиков, где происходит значительное увеличение содержания золота в приповерхностных частях разреза, и даже траппы дают «перспективные» геохимические аномалии. Следовательно, при интерпретации данных геохимии важнейшим становится определение перспективности аномалии.

Для рудных аномалий свойственен ряд отличительных признаков: соотношения между элементами, элементные ассоциации, зональность в распределении элементов [11]. Как уже было показано выше, соотношение элементов, ассоциативные связи при процессах глубокого выветривания теряют четкость. Более того, при анализе закрытых площадей, где в сеть опробования могут попасть разногенетические золоторудные объекты, выявление элементных ассоциаций математическим путем с использованием всего объема выборки является просто некорректным. При этом невозможно ограничить объем данных исходя из геологического строения или других признаков. На наш взгляд здесь на первое место выступает анализ поэлементных карт с наложением их друг на друга. Первые признаки приуроченности аномалий к рудному объекту могут быть выявлены уже на этапе просмотра поэлементной карты. В случае присутствия зональности в распределении элемента уже можно говорить об его рудной природе. При наложении карт расположения других элементов картина становится все более четкой и контрастной. Видимо, чем большее количество элементов локализуется на одной площади, тем больше ее перспективы. Полученные таким образом ассоциации элементов не могут отражать количественные (и даже качественные) характеристики первоисточника. Тем не менее, ассоциативные связи помогут решить вопрос с возможным генезисом первоисточника, его формационной принадлежностью. Например, на участке Рангайя, из протолок метасадочных пород биррима были извлечены знаки золота с примесью ЭПГ. При анализе литогеохимических проб выявлена некоторая особенность зо-

лотой минерализации на участке – выборка анализов с определяемым содержанием палладия показала высокую прямую корреляцию между золотом и палладием (коэффициент корреляции – 0,921, при критическом значении 0,35). Такая связь предполагает единство источника, схожесть путей миграции и аккумуляции палладия и золота. Учитывая состав золотин, прямую корреляцию в них ЭПГ между собой и железом можно предложить рассматривать в качестве источника благороднометалльного оруденения массивы базит-гипербазитового ряда. Впрочем, это верно лишь для той части участка, где просматривается пространственная и генетическая связь золота и ЭПГ.

Современная методика обработки геологической информации дает очень широкие возможности для визуализации на картографической основе результатов практически любых исследований. Помимо ассоциативных связей элементов, более наглядно выявляющихся при их визуализации на картографической основе, для повышения информативности о возможных источниках аномальных содержаний золота современные компьютерные методы с помощью ГИС позволяют совмещать результаты геохимического опробования с картами другого содержания: геологическими, геоморфологическими, тектоническими, результатами дешифрирования дистанционных материалов и т.д. Именно эта возможность современных ГИС открывает широкий спектр возможностей при проведении интерпретации данных поисковой геохимии. Основное достоинство такого метода является его быстрота и наглядность, когда нет необходимости в формализации общегеологических факторов (таких как петрография, литология, тектоника и т.п.) для включения их в непараметрические обсчеты совместно с данными результатов литогеохимического опробования. Естественно, на каком-то этапе следует ожидать увеличения затрат при оцифровке картографического материала, но при современном программном обеспечении это не должно играть решающую роль.

Пример влияния геоморфологического фактора на положение аномалий приводилось выше. Хотелось бы добавить, что концентрации золота по периферии положительных форм рельефа, которые на участке исследований предопределяются трапповыми массивами, практически однозначно можно отнести к заражению делювиальных шлейфов золотом из пород траппов [12]. В этом же контексте иллюстративны и результаты совмещения данных поисковой геохимии с геологической картой – повышенные содержания золота на площадях развития базит-гипербазитовых пород однозначно возможно выделить из дальнейших исследований. Здесь интересное наблюдение сделано на западе от горы Пелюм-Пате. Полученная по данным региональных геохимических работ аномалия представлялась достаточно перспективной на предварительном этапе обработки результатов. Впоследствии, при уточнении геологического строения территории, выяснилось, что площадь повышенных содержаний золота располагается в пределах надвинутой зоны габброидного массива и не может содержать кондиционного рудного объекта.

При совмещении результатов литогеохимического опробования наряду с геологической основой большой интерес представляет их визуализация с комплектом тектонических карт, схемой линеаментов, материалами дистанционного зондирования, где отражаются различные тектонические нарушения – потенциально рудоконтролирующие структуры. Пространственная совмещенность повышенных аномалий золота с элементами тектоники, при прочих равных условиях, резко повышает перспективность аномалии.

Геохимические аномалии территории зачастую приурочены к линеаментам и узлам их пересечения (рис. 3). На площади исследований основная масса речных долин – приразломные, следовательно, и большинство аномалий приурочено к отрицательным линейным формам рельефа. Частично это связано с аномально повышенным накоплением элементов за счет концентрации их в депрессиях, предопределенных тектоническими нарушениями. Особенно это касается накапливающихся элементов и, в частности, золота. Тем не менее, пространственная совмещенность тектонических нарушений и аномальных полей весьма интересны с точки зрения перспективности, особенно если ранее для площади выделены рудоконтролирующие

направления разломов. Более наглядно совмещенность аномальных содержаний золота с тектоническими нарушениями прослеживается по результатам детализационных работ на участке Рангайя (рис. 4). При этом на рисунке изображен фрагмент участка с автономно-элювиальным ландшафтом, где разломы не выражаются в рельефе и не образуют линейных депрессий, где могла бы произойти концентрация полезного компонента, наоборот – располагаясь на локальных плоских возвышенностях, поверхности освобождаются от продуктов выветривания. В своем большинстве разломы выделены по результатам горнопроходческих работ и фиксировались в разрезе в виде прокварцованных, катклазированных и миланитизированных метаосадочных пород биррима. Бороздовые пробы, отобранные из тектонитов, повсеместно показывали большее содержание золота, нежели пробы из пород, где проявления тектоники не наблюдались.

Итак, при проведении литогеохимических работ в тропиках наряду с общепринятыми методами обработки результатов на одно из первых мест выходит визуализация всего доступного объема геологических данных и их совмещения с результатами геохимических работ. Последующая разбраковка аномалий базируется



Рис. 3. Схема дешифрирования материалов АФС и полиэлементные аномалии по результатам региональных работ на участке Боене-II (сеть опробования 500×250 м):

1 – контуры аномальных содержаний; 2 – линеаменты

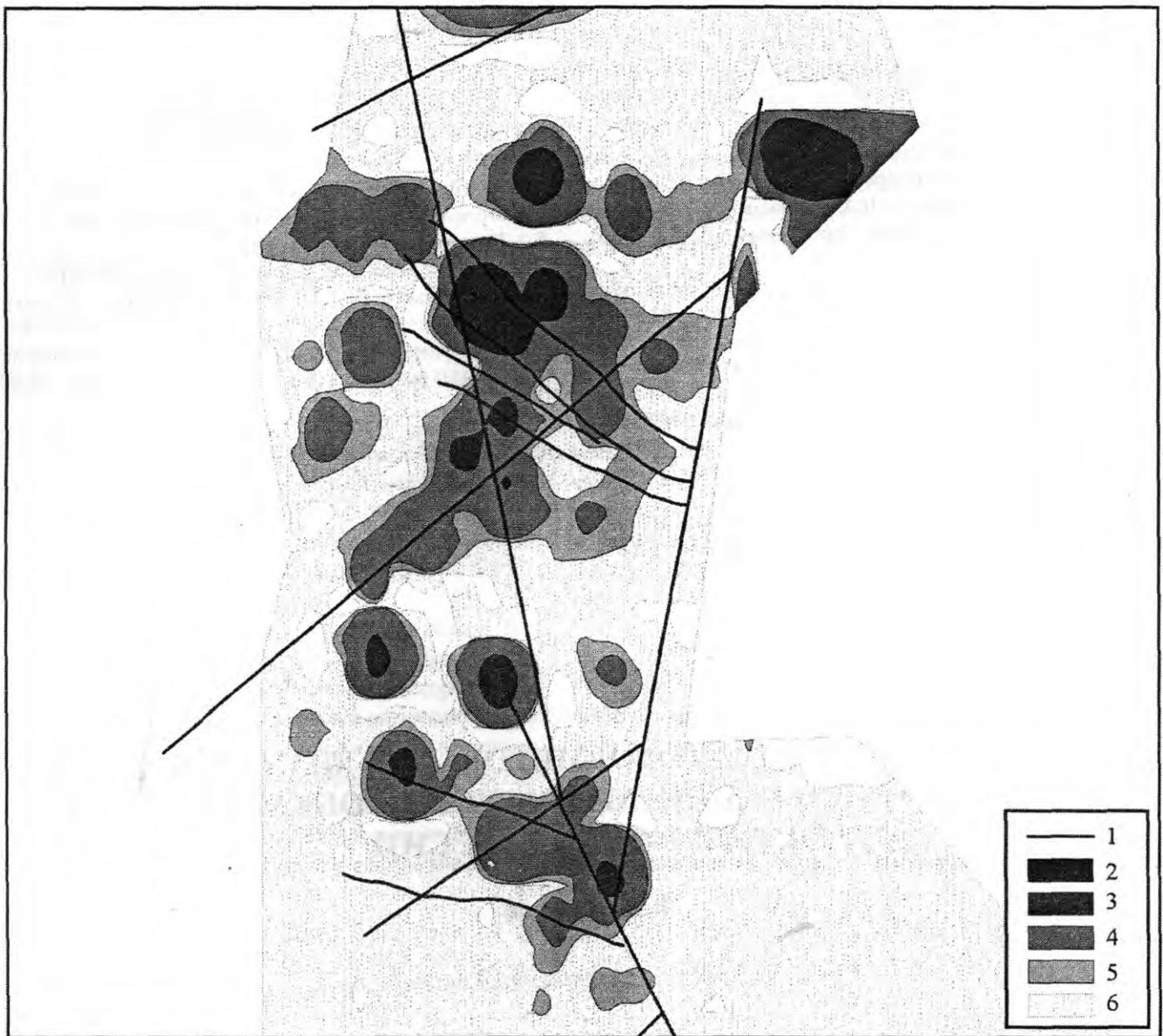


Рис. 4. Схема сопоставления результатов литогеохимического опробования по сети 50x25 и тектонических нарушений, участок Рангайя, северная часть:

1 – тектонические нарушения; содержания золота г/т: 2 – 0,5-0,1; 3 – 0,1-0,05; 4 – 0,05-0,01; 5 – 0,01-0,005; 6 – <0,005

на экспертной оценке совокупности материалов, основанной на предварительном анализе площади работ, изучении эталонных объектов, формировании поисковых критериев и признаков для исследуемой территории. При учете этих рекомендаций литогеохимические поиски в условиях латеритных кор выветривания являются достаточно надежным инструментом обнаружения золоторудных объектов.

Для корректной интерпретации данных поисковой геохимии в первую очередь должны быть выявлены и определены следующие параметры:

1. Вероятные источники золота на территории работ, что требует самого серьезного подхода как к анализу существующих геологических карт, так и к проведению геолого-геохимических маршрутов, что особенно важно при региональных работах на слабо изученных площадях, где существующие карты зачастую не отра-

жают действительность. Здесь на уровне экспертной оценки необходимо определить весь спектр источников повышенной золотонности.

2. Уже в ходе полевых исследований должно складываться представление о возможных путях миграции полезного компонента, о формах его миграции, направлении миграции, местах концентрации. Эта позиция предопределяет необходимость качественного изучения существующих ныне климата территории, его рельефа, а также их эволюции во времени.

3. При анализе получаемых результатов необходимо выявить корреляционные связи золота и его аномальных содержаний со всем многообразием контролирующих или сопровождающих их факторов: литолого-петрографических, тектонических, геоморфологических, геохимических и так далее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов, Б.М. Прогнозная оценка зон гипергенеза на твердые полезные ископаемые при геологической съемке масштаба 1:50 000 – 1:200 000 / Б.М. Михайлов, Б.Ф. Горбачев, А.П. Харлашин и др. – СПб., 1998. – 76 с.
2. Калинин, Ю.А. Приоритетные геохимические барьеры в гипергенном концентрировании золота и условия их реализации / Ю.А. Калинин, Н.А. Росляков // Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – Томск : ТПУ, 2000. – С. 91-95.
3. Калинин, Ю.А. Золотоносные коры выветривания юга Западной Сибири : автореф. дис. ... д-ра наук / Ю.А. Калинин. – Новосибирск, 2003. – 40 с.
4. Росляков, Н.А. Геохимия золота в зоне гипергенеза / Н.А. Росляков. – Новосибирск, 1981. – 238 с.
5. Тимофеев, Б.В. О плодородии ферралитных конкреционных деградированных почв африканской саванны (Мали) / Б.В. Тимофеев, А.Д. Дембеле, А. Даниоко // Почвоведение. – 1987. – № 7. – С. 25-30.
6. Тимофеев, Б.В. Особенности почвообразования на продуктах выветривания древнейших сланцепесчаников в саваннах Мали / Б.В. Тимофеев, Л.Г. Колесникова, А.И. Воронин // Почвоведение. – 1993. – № 5. – С. 14-20.
7. Воскресенский, С.С. Геоморфология россыпей / С.С. Воскресенский. – М., 1985. – 208 с.
8. Николаева, Л.А. Особенности самородного золота / Л.А. Николаева // Труды ЦНИГРИ. – 1967. – Вып. 76. – С. 203-225.
9. Николаева, Л.А. Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках руд и россыпей / Л.А. Николаева. – М., 1978. – 99 с.
10. Питулько, В.М. Основы интерпретации данных поисковой геохимии / В.М. Питулько, И.Н. Крицук. – Л., 1990. – 335 с.
11. Соловов, А.П. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов. – М. : Недра, 1990. – 335 с.
12. Божко, Е.Н. К вопросу об источниках золото-платиновой минерализации структурно-формационной зоны Матагания-Сигири (Гвинея, Западная Африка) / Е.Н. Божко // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – 2005. – № 1. – С. 193-203.

УДК 553.611.2 (470.21)

РЕСУРСЫ, РАЗМЕЩЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КИРПИЧНЫХ ГЛИН МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, СЕВЕРО-ЗАПАД РОССИИ

В.Я. Евзеров

Воронежский государственный университет

Приведены сведения о ресурсах кирпичных глин региона. Показано, что абсолютное большинство месторождений ассоциирует с флювиогляциальными дельтами и приурочено к западной части области, в которой в позднем плейстоцене и голоцене имела место рассекающая дегляциация; в формировании месторождений решающую роль играли мутьевые потоки.

Размещение месторождений глин и их сырьевые ресурсы

Все месторождения кирпичных глин Мурманской области сформировались в позднем плейстоцене и голоцене в период деградации поздневалдайского оледенения и следующий за ним отрезок послеледниковья. В указанном регионе геологами производственных и научных организаций обнаружено 8 месторождений и 17 проявлений легкоплавких глин, 5 из которых выявлено автором. Запасы категорий А, В и С₁, установленные в месторождениях, составляют немногим более 18,5 млн м³. Ряд месторождений эксплуатировался; одно из них с запасами в 1,5 млн м³ практически отработано. Перспективные запасы категорий С₂ и Р всех известных проявлений достигают 204 млн м³ и могут быть увеличены. Сведения о запасах глин приведены в таблице 1. При составлении таблицы использованы официальные данные оперативной сводки ПО «Мур-

манскстройматериалы» об обеспеченности Кильдинского кирпичного завода разведанными запасами Кильдинского и Шонгуйского месторождений, результаты поисковых и съемочных работ, систематизированные Центрально-Кольской комплексной геологической экспедицией (ЦККГЭ) и трестом «Росгеолнерудразведка» [1, 2], а также результаты исследований ПО «Аэрогеология» [3] и Геологического института Кольского филиала АН СССР.

Расположение месторождений глин показано на рис. 1. Как видим, в западной части региона, на площади, где имела место рассекающая дегляциация, сосредоточено 21 месторождение. Из них 18 представлено ледниково-морскими и 3 послеледниковыми морскими глинами. Восточнее в пределах огромной площади, на которой проявилась фронтально-ареальная дегляциация, находится всего лишь 4 месторождения (№ 23-26 в табл. 1), два из которых представлены озерно-ледниковыми, одно – ледниково-морскими и одно – послеледниковыми морскими глинами [4].