

УДК 55.311.231

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА НА УЧАСТКЕ РАНГАЙЯ (ЗАПАДНАЯ АФРИКА)

Е.Н.Божко, В.В.Вязьмикин

Воронежский государственный университет

Рассмотрены выделенные аномальные содержания Au различной природы и намечены возможные пути их разбраковки в условиях латеритного выветривания. Обобщены факторы, влияющие на перераспределение микроэлементов и ведущие к искажению данных поисковой геохимии по почвенным покровам.

Введение

При поисковых работах на золото по вторичным ореолам рассеивания неизбежно появляется большое количество участков аномального содержания этого металла. Одной из важнейших задач при интерпретации данных поисковой геохимии является разбраковка аномалий на потенциально перспективные, первичные, а также вторичные, связанные с процессами гипергенеза, т.е. бесперспективные для постановки дальнейших работ на рудное золото. Наиболее актуальна эта проблема в условиях латеритного выветривания, где гипергенные процессы максимально активны. В них вовлечены огромные объемы горных пород, влияние процессов выветривания распространяется на десятки метров по вертикали - все это отражается в существенном искажении количественных и качественных характеристик первичных геохимических показателей.

Природно-климатические условия, в которых развивается латеритный профиль выветривания, определяют специфичность гипергенных процессов, приводящих к конвергенции содержания в них микроэлементов [1] и гипергенных геологических образований. Ю.П.Селиверстов на большом фактическом материале убедительно доказал, что состав (профиль) коры выветривания напрямую не определяется субстратом, и разные исходные породы зачастую несут на себе однотипные коры выветривания [2] с присущими им свойствами (в том числе и геохимическими). Но следует отметить, что при изначальном существенном различии материала полной конвергенции содержания микроэлементов не происходит даже при очень длительном протекании процессов выветривания [3]. Собственно эта посылка и представляется нам важной при обработке результатов поисковых работ по вовлеченным в процессы выветривания геологическим телам с определением перспективности тех или иных аномальных содержаний. Немаловажен тот факт, что при выветривании даже изначальное убогое содержание золота при определенных условиях могут возрастать до аномальных, том числе и представляющие интерес для добычи. В последнее время большой интерес проявляется к остаточным элювиальным месторождениям, где рудой является собственно кора выветривания, развитая на субстрате с

низким, не представляющим экономического интереса, содержанием золота. Сюда же вписывается схема, при которой образование богатых россыпей связано с размывом несколько обогащенной коры выветривания с дальнейшим накоплением полезного компонента в аллювиальных и пролювиально-делювиальных образованиях речных долин.

В ходе работ фирмы "SIDE" в Западной Африке на выявление коренных источников золота и оценки их промышленного значения нами был получен обширный фактический материал по геохимической характеристике территории. Предлагается к рассмотрению разнообразие аномалий золота, которое мы посчитали возможным выделить. Для примера взят один из участков детализации (рис.1), максимально изученный в ходе поисковых работ, как по обнажениям, так и по горным выработкам. Этот участок был рекомендован к постановке работ на золото в ходе рекогносцировочных маршрутов по ряду признаков, важнейшим из которых следует признать наличие практически отработанной аллювиальной россыпи в долине ручья.

Статистической обработке и осмыслению было подвергнуто порядка четырех тысяч результатов анализов проб, отобранных в процессе профилейных литогеохимических исследований по почвенным горизонтам (порядка 60 %) и при бороздовом опробования траншей. Большая часть проб проанализирована методом полуколичественной спектрометрии на 24 элемента, из которых уже 18 дали значимые результаты и были использованы при обработке. Содержание золота определялось методом спектрозолотометрии с пределами чувствительности 0,002-0,5 г/т. В случаях, когда содержания превышали верхний порог, пробы анализировались рентгеноспектральным методом. Все анализы сделаны в собственной лаборатории фирмы "SIDE" (г. Конакри), и лишь полуколичественные определения примесей в золоте проводились в России. Следует сразу отметить, что в ходе работ неизменные гипергенными процессами породы вскрыты не были, и опробованию подвергался материал, отобранный из почв и различных зон коры выветривания - нерастворимых окислов, глин, структурных глин.

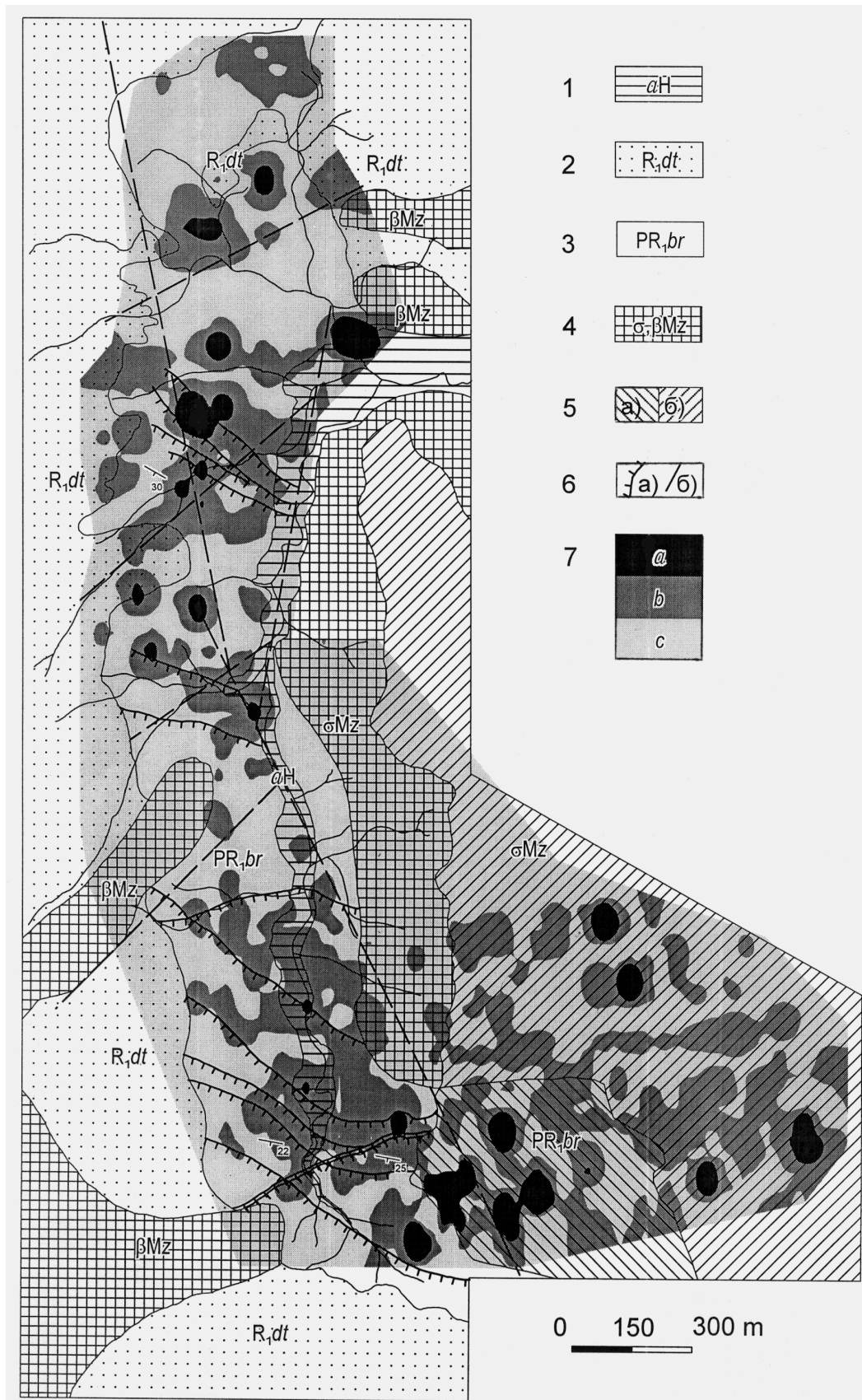


Рис. 1. Геологическая карта участка Рангайя и схема геохимических полей Au: 1 – голоценовый аллювий поймы и русла; 2- образования рифейского чехла, свита Дабату – кварцевые песчаники, конгломераты; 3 – песчаники полимиктовые, алевролиты, аргиллиты, углистые сланцы нижнепротерозойской бирримской серии; 4 - мезозойский траповый комплекс: перидотиты, долериты, габбро-долериты; 5 – площади развития зоны нерастворимых окислов по: а) породам бирримской серии; б) траповому комплексу; 6 – тектонические нарушения, выделенные по: а) АФС и подтвержденные горными выработками; б) АФС; 7 – содержание Au (г/т): а) $\geq 0,1$; б) $0,005-0,1$; с) $< 0,005$.

Физико-географические факторы, их влияние на процессы выветривания

Участок Рангайя приурочен к долине и прилегающим частям водораздела одноименного ручья в северо-западной части республики Гвинея, префектура Дингирай. Площадь участка 4,5 км², при меридиональной протяженности в 3,5 км. Ручей Рангайя – водоток I-го, а в низовьях II-го порядков с приразрывной долиной. В последней трети своего течения он принимает несколько левых притоков. Поперечный профиль долины – асимметричный, V-образный в верховьях и корытообразный в нижнем течении. Продольный профиль ступенчатый, в целом характеризуется выполаживанием к устьевой части, с довольно резкой сменой крутизны в первой трети и наличием небольшого структурного уступа во второй трети. Склоны долины чаще всего вогнутые, осложнены многочисленными промоинами и оврагами, не террасированы. В первой трети течения преобладает глубинная эрозия, пойменные отложения отмечены в нижних двух третях. Ширина поймы порядка 50 метров, с сужением во второй трети течения до 20 метров. Долина ручья представляет собой локальный открытый для выноса геохимический бассейн.

В ходе работ на участке нами были выделены следующие элементарные геохимические ландшафты (по Б.Б.Полынову): 1 -автономно-элювиальный, высокий (кирасированная поверхность в приводораздельной части долины на востоке участка); 2 - автономно-элювиальный, низкий (приводораздельная часть и пологие склоны на севере участка); 3 - трансэлювиальный (крутые склоны юга и центра участка); 4 - супераквальный геохимически подчиненный (пойменная часть ручья). Высокий автономно-элювиальный ландшафт соответствует площади развития коренных пород, измененных до конечной стадии выветривания (зоны нерастворимых окислов). Под почвами, развитыми на низких автономно-элювиальных и трансэлювиальных ландшафтах, вскрыты породы, измененные до стадии глин и структурных глин.

Соответственно выделенным ландшафтам было определено несколько типов почв: ферралитные сильно конкреционные с фрагментами пород бовальной кирасы, развитые на высоком автономно-элювиальном; недоразвитые ферралитно-кварцевые на склонах долины и приводораздельных территориях юга, юго-запада участка; аллювиальные дерново-глеевые на затопляемой пойме. Все они имеют довольно высокую кислотность с рН~5.

Учитывая существенное влияние природно-климатических факторов на процессы гипергенного перераспределения элементов, необходимо хотя бы кратко остановиться на их характеристиках. Климат района перемененно влажный тропический саванного типа, среднегодовое количество осадков – 1113 мм/год (метеостанция «Сигири»). Наличие четко очерченных сухого и влажного периодов определяет

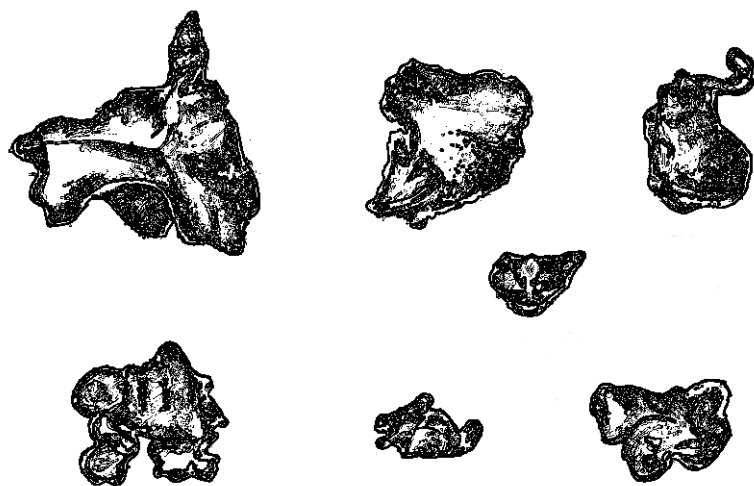
довольно специфические условия в перераспределении элементов - выщелачивание во влажный сезон и прочная фиксация в сухой [3]. Среднегодовая температура воздуха 30°C, температура поверхности горных пород значительно выше (например, поверхность голых кирас нагревается до 70°C. [4]). Ежегодное репродуктивное зеленной массы порядка 200 ц/га (по преимуществу за счет злаков), при этом на поверхности корней растений рН водной среды снижен до 2-3 [5]. Перечисленные условия обеспечивают достаточно агрессивную среду, активность (химическую и гидродинамическую) подземных и поверхностных вод и других агентов химического и физического выветривания, что существенно влияет на активизацию процессов преобразования исходных субстратов и перераспределения в них микроэлементов, особенно в почвенном слое.

Наиболее доступным объектом при проведении поисковых геохимических работ по вторичным ореолам рассеивания является именно почвенный покров. Дифференциация микроэлементов в нем проходит за счет двух противоположных процессов: 1 – поступление и вымывание из верхних горизонтов почв в нижние (благодаря атмосферным осадкам); 2 – возврат и аккумуляция в верхних горизонтах за счет биологического поглощения [6] и инфильтрации. Данная модель миграции микроэлементов предполагает существенное искажение размеров и контуров аномалий, а также и их местоположения. Но приводимая схема работает для того количества отдельно взятого элемента, которое находится в формах, способных усваиваться растениями. Некоторая и довольно существенная часть от общего содержания (что важно для золота) подвергается механическому перемещению в минеральном виде (плоскостной снос, солифлюкция) и аккумуляруется в отрицательных элементах рельефа, ведь в условиях тропических ливней большая часть вод атмосферных осадков стекает по поверхности, обладая достаточно активной динамикой.

Следует отметить такие непредсказуемые факторы, способные исказить геохимические характеристики территории, как возможность присутствия в пробах существенного количества экзотического олового материала из района Сахары (выпадающего на поверхность в объеме порядка 1т/га в год [7]) и материала разрушенных термитников, где происходит накопление биофильных элементов [8]. Но серьезное влияние этих факторов, скорее всего, может сказываться у основания склонов, на микропонижениях водораздельных пространств, пологих склонах – то есть там, где из года в год происходит аккумуляция такого материала.

Геологическая и геохимическая характеристики участка

В эрозионно-тектоническом окне, образованном долиной ручья Рангайя, на дневную поверхность выходят породы бирримской серии раннего



протерозоя. Данный фрагмент является северо-западной окраиной структурно-формационной зоны Матагания-Сигири и по своему вещественному составу соответствует обстановке пассивной континентальной окраины [9]. Породы бирримской серии на участке Рангай смяты в изоклинальные складки и представлены пачками метаалевролитов, метааргиллитов и метапесчаников, нередко с присутствием туфового материала, в целом производя впечатление моноклинали с углами падения 20-30° в юго-западных румбах. Особо следует подчеркнуть наличие пород, обогащенных углистым материалом, вероятнее всего органического происхождения (на прилегающей территории из подобных образований были выделены микрофоссилии). На участке работ породы протерозоя подверглись региональному метаморфизму до мусковит-хлоритовой субфации зеленосланцевой фации, в контакте с интрузивными образованиями они ороговикованны. Результаты минералогических анализов из протолок проб, отобранных из различных пород бирримской серии, показали, что они содержат довольно ограниченный набор аксессуарных минералов. Практически во всех пробах отмечается наличие сульфидов: пирита от единичных зерен до 1,5% от тяжелой фракции, халькопирита до 0,5%, единичные зерна арсенопирита. В метапесчаниках присутствует несколько большее количество аксессуариев, где наряду с отмеченными минералами отмечаются до 2,0% циркона и магнетита, до 1,0% турмалина и единичные зерна ильменита, апатита и лейкоксена. Из части проб было извлечено мелкое, свободное самородное золото (рис.2), которое относится к мелкому классу - 0,1-0,9 мм (по классификации Н.В.Петровской). Чаще всего это комковатые дендритовидные, моховидные выделения с неясновыраженной шагреновой поверхностью, светло-ярко-желтого, часто с зеленоватым оттенком, цвета. Практически на всех золотилах отмечены примазки гидроокислов железа и глинистого материала.

По цвету данное золото можно отнести к достаточно высокопробному. Исходя из морфологии,

Рис. 2. Золото из протолок штучных и борздовых проб участка Рангай (0,7 - 0,2 мм).

цвета и присутствия шагреновой поверхности, выделенное свободное золото, вероятнее всего, интенсивно переработано в зоне гипергенеза. По результатам полуколичественного микрозондового анализа золотины, в качестве примесей содержат Cu, Ag, Mg - 0.003; Pb - 0.03; Mn - 0.1; Cd - 0.3 %% при содержании золота - 99,56 %. Все протолокки, давшие знаки золота, изготовлены из проб, отобранных в зонах минерализации вместе с зальбандами кварцевых жил, ксенолитами и вмещающими породами. Как правило (~70% случаев), места пробообора пространственно приурочены к зонам влияния субмеридианальных линейных структур, фиксируемых по повышенной трещиноватости. При этом необходимо отметить выявленное в ходе геохимических работ достаточно высокое фоновое содержание Au (0,01 г/т) в гипергенно измененных породах протерозоя на участке Рангай, на два порядка превышающее фоновые содержания по отложениям биррима в регионе (0,003 г/т) и среднее содержание по породам песчаной фракции (0,004 г/т).

С резким угловым несогласием на породах бирримской серии в западной и южной частях участка залегают породы осадочного чехла - аргиллиты, песчаники, конгломераты свиты Дабату нижнерифейского возраста.

В отложениях протерозоя выделено четыре доминирующих направления трещиноватости: 1 - субширотные, субвертикальные; 2 - падение на С-СВ с углами падения 45°; 3 - ЮЗ-З, угол падения 70°; 4 - субсогласные с залеганием пород - ЮЗ, с углами падения 25°. Трещины указанных направлений чаще всего фиксируются по наличию кварцевой минерализации двух типов.

1. В виде кварцевых жил мощностью до 5 метров (преобладает 0,3-0,6 м.) пространственно приурочена к трещинам субширотного простирания с углами падения от 40° до субвертикального в ЮЗ румбах. Жилы повсеместно будинированны. Размер будин до 10 и более метров. В поперечном разрезе они нередко имеют характер «конского хвоста». Кварц от молочно-белого до дымчатого, массивный, с пятнистой текстурой, выраженной цветовой гаммой (иногда макроскопически фиксируется крупная плейчатость, выполненная более светлыми разностями). На периферии жил он кавернозный, с ксенолитами вмещающих пород, имеющих явные следы закалки. Зальбанды четкие, без апофиз и видимых следов какого-либо метасоматоза. По нашему мнению, кварцевая минерализация данного типа связана с процессами динамометаморфизма, а точнее с надвиговыми процессами северного направления и по

времени субсинхронна им. По результатам спектрального анализа штучных проб кварц обогащен: Ag ($n \cdot 10^{-4}$ вес. %), Zn ($n \cdot 10^{-2}$ вес. %) - на порядок; Au (0,04 г/т) - в четыре раза; Mo ($n \cdot 10^{-4}$ вес. %) - в два раза; Nb, Pb ($n \cdot 10^{-3}$ вес. %), Ba, Sr ($n \cdot 10^{-2}$ вес. %), Sn, Y ($n \cdot 10^{-4}$ вес. %) - в полтора раза по сравнению с фоновыми содержаниями.

II. Приуроченная к трещиноватости первых трех направлений, с кварцевыми прожилками мощностью от 5-8 см до волосовидных, имеет решетчатый характер. Кварцевые жилы довольно выдержаны по простиранию, трассируются на большие расстояния, но повсеместно наблюдается снижение мощности, до полного их затухивания в литологических разностях с повышенным количеством пелитовых частиц (алевролиты и в большей степени аргиллиты). Кварц медово-желтый, интенсивно брекчированный (разбирается в руках до щебнисто-дресвянной отдельности). Часто прожилки кварца «оперяются» волосовидными апофизами. Зальбанды имеют вид охристых оторочек мощностью до 1 см и нередко превышают мощность самих жил. Повидимому, данная минерализация связана с процессами регионального метаморфизма и фиксируется на всей площади зоны Матагания-Сигири. Кварц этого типа обогащен Pb, Ba в тех же масштабах, что и кварц первого типа. По характеру кварцевой минерализации и по взаиморасположению жил можно достаточно уверенно определить, что минерализация II типа является более поздней, и ее образование происходило в более спокойной тектонической обстановке.

В ходе экспресс - минералогического анализа протолок проб из минерализованных зон практически повсеместно отмечались кристаллы разноокрашенных цирконов со следами окатывания (повидимому, попавшие в пробу из ксенолитов и фрагментов вмещающих пород, включенных в пробу). Из протолок проб кварцевых жил I-го типа выделены мелкие черные и зеленовато-прозрачные кристаллы турмалина без следов механического переноса. Среди рудных минералов повсеместно отмечаются магнетит, гематит и гидроокислы железа. Присутствие двух последних, очевидно, связано с процессами гипергенного преобразования вмещающих пород. Пирит отмечен всего в двух пробах в виде мелких единичных знаков кубического габитуса. В одной из проб выделено мелкое зерно халькопирита, измененное с поверхности до борнита. Все пробы, содержащие сульфиды, были отобраны из мощных кварцевых жил I-ой группы субширотного простирания.

При дешифрировании АФС и в ходе полевых работ на участке была выделена сеть разрывных нарушений. Основной, генеральный линеамент субмеридианального простирания (СЗ-С, во второй половине долины СС-З) прослеживается по всему участку с правого на левый борта долины, местами пересекаясь с линеаментами СВ простирания. Все линеаменты, как это четко прослеживается на АФС,

дорифейского возраста, так как на площади распространения свиты Дабату они не просматриваются (за исключением субмеридианального разлома). В рельефе данные структуры выражаются грядами и локальными возвышенностями, особенно четко фиксирующимися в узлах пересечений. При проходке траншей в районах отдешифрированных линеаментов фиксировалась лимонитизация, кливажирование пород и более высокая степень импрегнации их кварцем II типа. Также при проходке горных выработок, в северной и южной частях участка, вскрыты тектонические нарушения надвигового характера с СЗ простиранием. Они фиксируются будинированным кварцем I типа, по зеркалам скольжения, милонитизацией. Выборка результатов анализов по милонитизированным породам показывает превышение фоновых содержаний золота на порядок и составляет 0,н г/т.

Магматические образования на участке работ представлены породами трапповой формации. С запада, несколько за рамкой листа территории, расположен огромный массив габбро-долеритов образующий гору Boval Vemini. С восточной части горными выработками вскрыто перидотитовое тело, имеющее непосредственный контакт с породами биррима. Вскрытая зона ороговикования выражена довольно слабо, макроскопически фиксируется на полтора-два метра. На юго-востоке территории траншеей вскрыта маломощная базальтовая дайка субмеридианального простирания.

Характеристика геохимических аномалий золота на участке

Прежде чем переходить к характеристике аномалий, уместно будет еще раз отметить, что в ходе работ нами не были вскрыты, а, следовательно, и не опробованы породы, неизмененные процессами выветривания. Все выделенные аномалии являются эпигенетическими и лишь в той или иной мере отражают первичную ситуацию. По этой причине результаты аналитики и строящиеся на них выводы о природе и образовании концентраций золота носят достаточно неоднозначный характер, так как далеко не всегда возможно полно выявить степень влияния гипергенных процессов на перераспределения элементов, что приводит к некоторой субъективности при интерпретации результатов анализов.

В результате проведенных работ и обработки данных лабораторных анализов нами выделены следующие аномальные содержания золота: 1 - аномалии, связанные с субмеридианальным и пересекающими его линеаментами; 2- несколько повышенные содержания, связанные с надвиговыми тектонитами (будинированный кварц I-го типа, милониты); 3 - содержания, приуроченные к высокому автономно-элювиальному геохимическому ландшафту; 4 - россыпь в долине ручья Рангайя.

Ниже рассмотрим характеристики данных аномальных концентраций.

Контроль субмеридианальными линейными структурами геохимических полей Au ($>0,01$ г/т) выявлен нами при наложении визуализированных результатов поисковой геохимии по вторичным ореолам рассеивания (пробы отбирались из почв) на результаты дешифрирования АФС. Это особенно четко прослеживается в северной половине участка, где практически все зоны с повышенным содержанием золота приурочены к линеаментам и, в большей степени, к узлам их пересечения (см.рис.1). Линейно вытянутое аномальное поле на юге участка параллельно простиранию южной части линеамента (СЗ-С). Крутизна правого борта долины привела к некоторому смещению геохимической аномалии вниз по склону, к западу от источника (линеамента). К характеристике геохимической специализации линеаментов следует добавить обобщенную визуальную приуроченность следующих элементов (с учетом выделяемой зональности): Sn-Co-Au-V-Pb-Zn-Cu. Эта зональность подтверждается результатами опробования горных выработок, некоторые из которых прошли в крест простирания отдешифрированных линейных структур. Поскольку элементный состав в остаточных ореолах обычно хорошо отражает состав коренного оруденения [10], то можно предположить, что рассматриваемые линейные структуры являются рудоконтролирующими для некондиционных низкотемпературных золоторудных объектов. Учитывая приуроченность аномалий к линейным структурам явно тектонического характера, зональность (отмечаемую по содержанию золота и ряду элементов), можно сделать вывод о том, что эти аномалии являются индикаторами первичного оруденения, т.е. они имеют эндогенную природу.

В милонитах, как и в зонах кварцевой минерализации первого типа, приуроченных к надвиговым структурам, отмечаются повышенные содержания одних и тех же элементов, но Au в первых на порядок больше, а количества таких элементов как Cu и Pb в два раза превышают фоновые значения. По данным результатов опробования почвенного покрова и горных выработок какой-либо зональности, связанной с данными структурами не выявлено. Повидимому, некоторая обогащенность милонитов рядом элементов связана с перераспределением последних в процессе динамометаморфизма и, не исключено, при гипергенезе с учетом более высокой проницаемости милонитизированных пород.

Содержание золота в пределах высокого автономно-элювиального геохимического ландшафта (по результатам анализов проб из ферралитных сильно конкреционных почв и сколков кирасы) превышает фоновое более чем на порядок. Здесь же отмечено максимальное на участке содержание в 33 г/т. Для аномалий высокого автономно-элювиального ландшафта выделены два типа: I - структурно контролируемые субмеридианальным линеаментом (см.рис. 1, южная часть участка) и II - с неустановленными контролирующими факторами.

Наибольшее количество металла сосредоточено в зоне влияния южной части субмеридианального линеамента, трассируемого под поверхностью кирасы. Какая-либо зональность при использованной методике геохимических работ не выявлена. Не исключено, что имевшаяся здесь первичная зональность сnivelированна процессами гипергенеза. Очевидно, что аномальные содержания золота, связанные с высоким автономно-элювиальным ландшафтом, являются остаточными. Их первоисточником служили все литологические разности протерозойских пород (повышенный фон Au в них нами отмечался выше) и некондиционные золоторудные объекты, контролируемые субмеридианальным линеаментом. Кроме золота кирасированные бирримские породы обогащены комплексом инертных и накапливающихся элементов - Zr, Ti, Sn. Обогащенность такими элементами как Pb и Cu, повидимому, связана с биологическими процессами - деятельностью термитов (о чем выше упоминалось) и репродукцией растительного покрова. Ежегодные пожары, уничтожающие травянистый покров, предопределяют накопление в почвах биофильных элементов за счет зольных остатков. Не вдаваясь в подробности химизма обогащения инертными элементами, в том числе и золотом (как в минеральной, так и в солевой форме), лишь отметим бесспорность данного факта, подтвержденного рядом исследователей [3,11-13].

Россыпь в ручье Рангайя мелкая, типично русловая. Золотом обогащен плотик и валунно-галечниковая приплотиковая части аллювиального разреза мощностью 0,2-0,4 м. Конуса выноса с бортов долин нередко дают разубоженные содержания по всей мощности аллювия в зонах своего влияния. Характеристики россыпи получены по опросам местных жителей и единичным горным выработкам. Содержания золота в ней колеблются от 0,5 до 50 г/м³, перспективная площадь ~ 0,2 км². Количество извлеченного и оставшегося металла приближенно оценено в 45 килограмм. Золото имеет размерность 1-2 мм, встречаются самородки до 5 граммов. Золотины ярко-желтого, желтого цветов, слабо- и среднеокатанные, с шагреневой поверхностью. По морфологии преобладают знаки изометричной формы, нередко монокристаллы, отмечены уплощенные, досковидные, дендритовидные и проволочковидные выделения. Следует отметить, что максимальные содержания металла сосредоточены в зоне пересечения долиной субмеридианального линеамента, выделенного по АФС.

Источником золота в россыпи (в минеральном и растворенном видах) служат все выше перечисленные объекты надфоновое содержания металла, а также вся толща обломочных пород биррима, вовлеченная в зону гипергенеза.

Выводы

1. Зона структурных глин и развитые по ней почвы в достаточной мере унаследуют геохимиче-

скую специализацию первичных пород, рудных образований, характер их геохимической зональности, что важно при разбраковке аномалий различного генезиса.

2. В зоне нерастворимых окислов (кираса) происходит обогащение инертными элементами, геохимическая зональность и специализация первичных пород искажается или не фиксируется вовсе, что может повлечь за собой отбраковку первично рудной аномалии. В данном случае на первое место выходят структурный, геоморфологический и другие общегеологические факторы, контролирующие распространённость аномальных концентраций элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фридланд В.М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков. -М., 1964. -312 с.
2. Селиверстов Ю.П. Эволюция рельефа и покровных образований влажных тропиков Сахарской платформы. -Л., 1978. -236 с.
3. Тимофеев Б.В., Обухов А.И. Содержание микроэлементов в почвах зоны саванн республики Мали // Почвоведение. -1991. -№7. -С. 40-49.
4. Maegnien R. Le cuirassement des sols en Guinee // Mem. Serv. Carte Geol. Alsace-Lorraene. -1958. -№ 16. -240 p.
5. Михайлов Б.М. Куликова Г.В. Фациальный анализ кор выветривания. -Л., 1977. -156 с.
6. Глазневская М.А. Почвы мира. -М., 1973. -425 с.
7. Тимофеев Б.В., Колесникова Л.Г., Воронин А.И. Особенности почвообразования на продуктах выветривания древнейших сланцепесчаников в саваннах Мали // Почвоведение. -1993. -№5. -С.14-20.
8. Тимофеев Б.В. Термиты – биологический фактор тропического почвообразования // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. -1987. -№1. -С. 70-72.
9. Ненахов В.М., Вязьмикин В.В. Геодинамическая природа Баги-Нианданской шовной зоны (Либерийский щит) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -1999. -№7. -С.31-39.
10. Соловов А.П. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. -М., 1990. -335 с.
11. Михайлов Б.М. Геология и полезные ископаемые западных районов Либерийского щита. -Л., 1969. -179 с.
12. Николаева Л.А. Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках руд и россыпей. -М., 1978. -99с.
13. Петровская Н.В. Самородное золото. -М., 1973. -347с.

