

32. Zang W., Fyfe W.S., Barnet R.L. A silver-palladium alloy from the Bahia lateritic gold deposit, Carajas, Brazil // *Miner. Mag.* – 1992.-Vol.56, №1.-P.47-51.
33. Минералы благородных металлов: Справочник / О.Е.Юшко-Захарова, В.В.Иванов, Л.Н.Соболева и др. – М., 1986. -272 с.
34. Жмакин В.М. Прогнозирование и методы поисков оруденения в зеленокаменных образованиях // Прогнозирование и поиски рудных месторождений на Воронежском кристаллическом массиве. – М., 1992. – С.71-78.
35. Кашип С.В., Плюшев Е.В., Попкова Н.В. Стадийность и зональность эпигенетического минералообразования в железистых кварцитах Михайловского месторождения (КМА) // *Зап. ВМО.* -2001. -№6. -С.95-98.
36. Горяшин В.И. Некоторые закономерности размещения эндогенной минерализации в Старооскольском рудном узле на основе геодинамического анализа тектоники раннедокембрийских образований // Матер. международной конференции “Проблемы геодинамики и минерагении Восточно-Европейской платформы”. – Воронеж, 2002. -С.132-135.

УДК.553.078+553.521](571.54/55)

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И МИНЕРАГЕНИЯ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ УАКИТСКОЙ ЗОНЫ (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

А.В. Никитин

Воронежский государственный университет

В статье рассматриваются геохимические особенности и минерагения витимканского гранитоидного комплекса, одного из наиболее распространённых в Западном Забайкалье. Отмечены рудопроявления и пункты минерализации золота, вольфрама, висмута, серебра и меди связанные с этим комплексом. Анализ выявленных рудопоявлений и закономерностей их локализации позволяет говорить о ведущей минерагенической роли гранитоидов герцинского цикла. В то же время по ряду важнейших элементов в т.ч. благороднометалльных, намечаются явные черты унаследованности, возможно связанные с процессами реювинации, что особенно наглядно прослеживается на примере золота.

Уаkitская металлогеническая зона располагается в Западном Забайкалье, являясь составной частью Байкало-Витимской металлогенической области (рис.1). На северо-западе она ограничена Муяканской, северо-востоке – Келянской, юго-востоке – Амалатской и юго-западе – Баргузинской металлогеническими зонами [1].

В пределах Уаkitской зоны широко развиты разновозрастные магматические образования, наиболее распространёнными из которых являются позднепалеозойские гранитоиды витимканского комплекса, представляющие большой интерес в металлогеническом отношении.

Геохимические особенности гранитоидов комплекса изучались по результатам анализа ICP-MS. Большинство литофильных элементов (Li, Be, Rb, Sr, Cs) присутствуют в околокларковых количествах. Повышенные концентрации наблюдаются для бора, (20 КК). и для Ва, (в разных массивах от 4 до 7). Такие содержания литофильных элементов характерны для коровых гранитоидов.

Халькофильные элементы присутствуют (в кларках концентрации (КК) по А.П.Виноградову) As-39, Se (18-23), Cu (в разных массивах от 1 до 8). Наибольшим разбросом по массивам характеризуется висмут, (от 16 до 450 КК), что может свидетельствовать о наложенном постмагматическом гидротермальном процессе. Содержание Pb и Sn в 2-4 раза (соответственно) выше кларкового, Zn равно или несколько выше КК.

Что касается сидерофильных элементов, то количество Ti соответствует кларковому, Co 1,5-2 КК, никеля 1-3 КК. Исключение составляет Cr, концентрация которого резко понижена.

Наблюдается 3-4 кратный дефицит некоторых некогерентных элементов (Ta, W, U, Nb), содержание Th близко к кларковому значению, а Hf достигает 3 – 4 КК.

Важное металлогеническое значение, кроме вещественных признаков, имеет глубинность становления и эродированность массивов. Глубинность влияет на физико-химические условия отделения флюидной фазы от расплава, и, следовательно, на металлогенический потенциал магмы. Эродированность массивов определяет вскрытость постмагматической рудоносной колонки, обладающей вертикальной зональностью, а значит, качественную и количественную сторону реализованного в ней постмагматического процесса. Кроме того, тип оруденения зависит и от состава вмещающих пород, которые в значительной степени влияют на химизм рудоформирующих флюидов и растворов и, кроме того, могут играть роль геохимического барьера. Независимо от типа оруденения, благоприятным фактором является гипабиссальный уровень глубинности и относительно слабая степень эродированности [2].

С гранитоидами витимканского комплекса связаны многочисленные рудопоявления и пункты

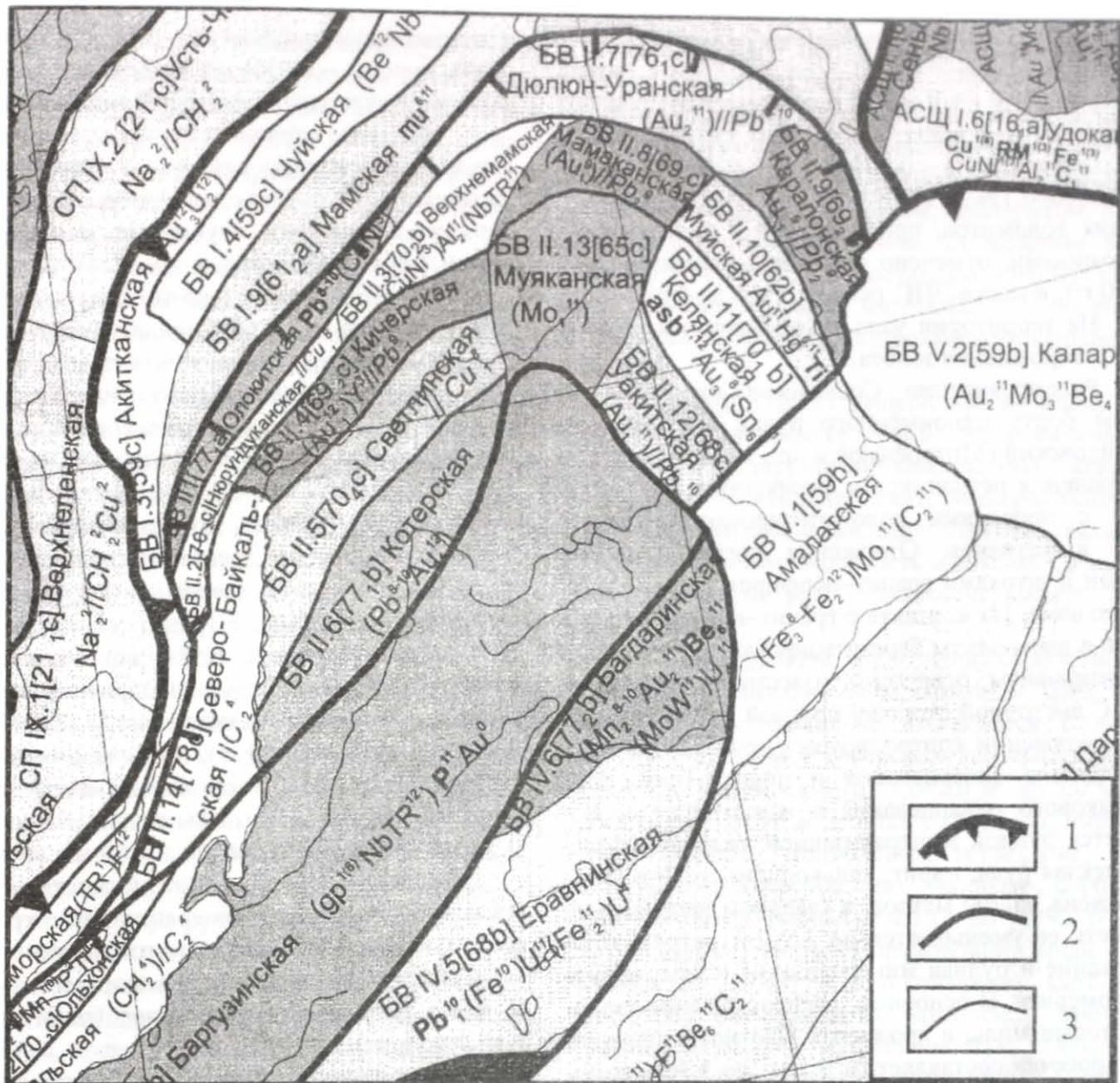


Рис. 1. Схема металлогенического районирования Байкальской горной области (фрагмент “Схемы металлогенического районирования России” Гусев и др., 2002) [1]: 1 - границы Байкало-Витимской металлогенической области; 2 - границы металлогенических мегазон: I-Байкало-Патомской, II-Байкало-Муйской, III-Хамардабан-Баргузинской, IV-Джида-Витимской, V-Малхано-Становой; 3 - границы металлогенических зон; [68 c]- символ металлогенического типа зоны (метаморфический и метаморфизованный нерасчленённый); (Au, ¹¹)/Pb¹⁰ – рудно – формационный код зоны (Au, ¹¹ – золото-кварцевая гранитовая и сланцево-покровноскладчатых преобразований рудная формация вулканоплутонических поясов и тыловых рифтов континентальных окраин. Pb¹⁰ – медно-свинцово-цинковоколчеданная базальт-риолитовая рудная формация зрелых островных дуг).

минерализации золота, вольфрама, висмута, серебра и меди (Минина и др., 2002).

Золото. Согласно металлогеническому районированию, в бассейне р. Уакит выделены две зоны: Аку–Нерундинская золоторудная и Юктокон–Сриховская потенциально золоторудная, а также Санский потенциально золоторудный узел, не входящий ни в одну из зон. В пределах Аку–Нерундинской зоны выделены Мухтунный и Уендект-Вековьянский рудные узлы.

Мухтунный золоторудный узел контролируется узлами пересечений Аку–Нерундинского и Аикта–Бусанского разломов с Амнуныкенским и Уакитским северо–западными разломами. В плане контуры узла изометричные, его площадь составляет около 100 км². На площади узла известно 6 рудопроявлений и 9 пунктов минерализации, большая часть из которых относится к золото–редкометальной формации с молибденит–сульфидно–кварцевым минеральным типом. Оруденение в виде

прожилково-вкрапленного и штокверкового прокварцевания с молибденитом, пиритом, галенитом, сфалеритом, редко теннантитом и самородным золотом, размещается в штоках и дайках гранит порфиров и, частично, в их экзоконтактах. Размеры штоков порядка 120x200 м, мощности даек 15–20 м. По результатам количественных спектральных анализов содержания золота составляют от десятых долей – до 6,4 г/т, серебра от первых десятков до 2728,4г/т. Кроме того, установлены: молибден – до 0,05%, вольфрам – до 1%, свинец 0,3–3,0%, цинк 0,03–2,0%, медь 0,03–0,1%, сурьма 0,3–1,0%.

В Мухтунном рудном узле проявлена также золоторудная формация золото кварц-карбонатного минерального типа, представленная зонами прожилкового окварцевания в карбонатно-терригенных породах и небольших телах грейзенизированных гранит порфиров. Мощность зон 6–10 м, протяженность до 650 м. Рудные минералы пирит, халькопирит, галенит, блеклая руда, сфалерит, са-

морозное золото. По результатам анализов количество Au составляет от 0,01 до 1,6–8,9 г/т (максимально до 76,9 г/т в зонах тектонической проработки карбонатно-терригенных пород), серебра – до 18 г/т. Содержания Pb – 0,001–0,1%, Cu – 0,001–0,04%, Zn – 0,006–0,1%. В одном образце из зоны прокварцевания доломитов, приуроченной к их контакту с гранитоидами, отмечено высокое содержание Ag – до 890 г/т, а также ЭПГ, особенно Pd – до 6 г/т.

На территории узла также известны россыпные месторождения золота.

Рудопроявление *Сосновское* находится на правом борту одноименного ручья, притока руч. Михайловский (Митрофанов и др., 1972) в поле распространения песчаников и алевролитов мухтунной свиты с прослоями доломитизированных темно-серых известняков. Отложения свиты, прорваны дайками и штоками гранит-порфиров витимканского комплекса. На контакте с гранит-порфирами песчаники и алевролиты березитизированы, интенсивно пиритизированы, осветлены, известняки прокварцованы. С восточной стороны прослой известняков на всем протяжении контролируется зоной дробления, интенсивного окварцевания и пиритизации. Зона прожилкового окварцевания в известняках сопровождается рудной минерализацией: галенит, сфалерит, блеклая руда, пирит, халькопирит, золото. Зона прослежена на 700 метров, в северном направлении мощность ее уменьшается до 1,5–2,0 метров. Прокварцевание и рудная минерализация в зоне весьма неравномерная. В основном, распространены кварц-анкеритовые жилы и прожилки. Плотность прожилков и просечек составляет от 0,1 см до 3,3 см на погонный метр.

В среднем количество свободного кварца по зоне составляет 5–7% (от 0,5–1,0% до 30–40%). Рудная минерализация имеет гнездово-прожилковый характер. Сумма рудных минералов не превышает 0,5–1,0%. Пирит отмечается в виде рассеянной вкрапленности как в известняках, так и в терригенных породах, причем, в областях развития галенит-сфалерит-блэкморудной минерализации его количество резко уменьшается. Количество кварц-кальцитовых прожилков не влияет на количество полиметаллов.

Санский потенциальный золоторудный узел выделяется по правобережью р. Сан, севернее оз. Сан и приурочен к пересечению Аку-Нерундинского и Горбылокского разломов. Площадь узла – около 50 км², в плане имеет почти изометричную форму, несколько вытянутую в северо-восточном направлении. 8 пунктов минерализаций, известных в этом узле, имеют близкие характеристики и морфологию. Все они залегают в эндо- и экзоконтактах гранитоидов Санского массива и небольших тел гранитного состава.

Оруденение представлено вкрапленностью пирита, молибденита, редко самородного золота в кварцевых жилах мощностью 0,3–0,5 м. Золото установлено в количествах от 0,1–0,3 г/т, до 10–30 г/т.

Содержания молибдена 0,1–0,3%, до 1%, свинца 0,1%, сурьмы – 0,01%. Рудопроявление относится золото-редкометальному формационному типу.

Степень изученности узла низкая. Ориентировочно прогнозные ресурсы по категории Р₃ оцениваются в 35 т. Для оценки перспектив узла рекомендуется провести глубинные поиски (Санский шток очень слабо вскрыт эрозией). Кроме золотой рудной минерализации, возможно выявление шелифовых скарнов, о чем свидетельствует нахождение этих минералов в шлиховых пробах по р. Сан.

Рудопроявление *Санское* находится на водоразделе р. Сан и р. Дулешма (Белокопытов и др. 1975). Породы участка представлены карбонатными песчаниками верхней санской свиты, прорванным штоком гранитоидов витимканского комплекса. Граниты интенсивно грейзенизированы и березитизированы, песчаники превращены в эпидот-гранат амфиболовые скарны. В гранитах и песчаниках развиты многочисленные прожилки кварца и жил пегматита с мусковитом, флюоритом, вкрапленностью пирита и молибденита, иногда гематита. Мощность прожилков 3–10 см, протяженность – первые метры. Среди песчаников вблизи контакта с гранитоидами – глыбовые развалы кварца. Размер глыб до 0,3 м, протяженность свалов до 100 м.

В ходе изучения золотоносности песчаников и связи золоторудной минерализации с гранитоидами установлено, что как гранитоиды, так и песчаники вмещают кварцевые жилы мощностью 0,05–0,1 м, несут рудную минерализацию (пирит, молибденит, флюорит).

Сорбционно-спектральным анализом установлены содержания золота в грейзенах 0,05–0,3 г/т в кварцевых прожилках на экзоконтактах гранитоидов – до 5,0–8,0 г/т.

По данным спектрального анализа в минерализованных экзоконтактах пород установлены: молибден 0,01–0,03% (до 1%), олово 0,0003–0,003%, свинец 0,1%, сурьма до 0,01%. В пределах рудопроявления выявлены литогеохимические ореолы молибдена с содержанием 0,01–0,08%, и свинца 0,003 – 0,03%. По р. Сан прослеживаются шлифовые ореолы золота и касситерита (Митрофанов и др. 1972, Белокопытов и др., 1975).

Рудопроявление относится к золото-редкометальной формации.

Возраст золоторудного оруденения района не установлен. На наш взгляд, оно связано преимущественно с позднепалеозойским тектоно-магматическим циклом.

В правом борту ручья Перевальный золот установлено в пробах из экзоконтактов дайки дисрит-порфиров в количествах от 0,01 г/т до 150 г/т. Анализ литогеохимических проб, отобранных в поле развития дайки, дает содержания золота 0,01–0,03 г/т. По результатам литогеохимического опробования на площади проявления выделено несколько ореолов рассеяния бария с содержанием 0,1–0,5%. Точечные и бороздовые пробы с содержанием золо

та по сорбционно – спектральному анализу 1,0 г/т и выше были также проанализированы пробирным анализом на золото и серебро. Золото установлено в количествах 0,6–4,6 г/т (5 проб), 5,2–7,6 г/т (2 пробы), 23,2 г/т (1 проба). Содержание серебра в 4 пробах от 4,8 г/т до 76,0 г/т, в 2 пробах – 168,0 г/т и 101,6 г/т соответственно.

Рудопроявление относится к золото–серебряной формации, блеклорудно–кварцевому минеральному типу. Генетически формирование золотоносных жил связано с гидротермальной проработкой тектонически ослабленных трещиноватых, брекчированных, рассланцованных пород.

Не исключена возможность обнаружения перспективных золотоносных участков в пределах зоны разрывного нарушения, протягивающейся на северо – восток от проявления.

Молибден. На изучаемой площади выделяются три пункта минерализации и три проявления (Митрофанов и др., 1972): Срих; Сосновское-I; Уакитское, которые объединены в два, потенциальных рудных узла: Сриховский и Уакитский. Все они, располагаются в экзо- и эндоконтактах массивов и даек витимканского комплекса. Кроме того, в качестве попутного полезного компонента, молибден отмечен на Санском проявлении золота. Молибденовая минерализация локализована в кварцевых жилах и прожилках двух рудных формаций – молибденовой и золото–редкометальной. Состав руд первой представлен кварцем, пиритом, борнитом; второй – кварцем, молибденитом, галенитом, сфалеритом, пирротинном, буланжеритом, блеклыми рудами, золотом. Содержание молибдена в основном варьирует в интервале 0,01%-0,07%. В гидротермально проработанных экзоконтактных зонах Санского массива достигая 0,1%-0,8%.

Уакитский потенциальный рудный узел расположен по центру южной части изучаемой площади. Он вмещает в себя два рудопроявления: Сосновское-I и Уакитское. Площадь узла не превышает 12 км². Оруденение представлено серией кварцевых и кварц-кальцитовых жил и прожилков, находящихся в экзо- и эндоконтактах тел гранитоидного состава. Вмещающие терригенно-карбонатные толщи прокварцованы с различной интенсивностью.

Уакитское рудопроявление залегает среди терригенных пород мухтунной толщи, вмещающих серию даек и штоков порфировидных гранитов витимканского комплекса.

Оруденение локализовано в 9 жилах кварцевого и кварц-кальцитового состава мощностью 0,1-0,3 м, протяженностью 44-165 м. В зальбандах жил наблюдаются прожилки молибденита мощностью 1,0-3,0 см. Также отмечаются редкие единичные вкрапленники золота размером до 1 мм. Минеральный состав руд: кварц, молибденит, халькопирит, галенит, сфалерит, блеклая руда, золото, буланжерит.

По результатам спектрального анализа проб установлено содержание Mo = 0,014-0,114%, Zn =

0,01-0,02%, Pb = 0,15%. По данным сорбционно спектрального анализа Au = 0,5-1,6 г/т.

Вольфрам. Известно три пункта минерализации, связанные с гранитоидами витимканского комплекса. Минерализация представлена кварцем, шешлитом, станнином, галенитом, сфалеритом, пиритом, халькопиритом, ковеллином. Содержание вольфрама 0,01%-1,14%. При постановке специализированных поисковых работ масштаба 1:50000 возможно обнаружение проявлений вольфрама штокверкового типа.

Висмут. Пункт минерализации висмута находится в экзоконтакте гранитоидов витимканского комплекса и терригенно-карбонатных пород белогорской и перевальной свит. Минерализация представлена кварцевой жилой с пиритом, халькопиритом, висмутином. Мощность жилы до 1,0 м, простирается до 50 метров. Содержание висмута в одной пробе до 1%.

Серебро. Одно собственно серебряное рудопроявление находится на контакте даек гранит-порфиров витимканского комплекса с породами мухтунной свиты. Рудопроявление представлено серией жил мощностью от 1,0–2,0 м, до 5,0 м, протяженностью до 30 м. Состав руд: кварц, пирит, галенит, сфалерит, молибденит, тетраэдрит, серебро. Содержание серебра по данным сорбционно-спектрального анализа от 4,5 г/т до 1049,0 г/т.

Медь. Пункты минерализации меди располагаются по эндо- и экзоконтактам даек гранит-порфиров витимканского комплекса. Минерализация представлена вкрапленностью халькопирита, пирита, редко кварцевые прожилки с малахитом и пиритом. Содержание меди - 0,1%-0,3%.

Минерагения Уакитской зоны Основные черты минерагении изучаемая зона приобрела в результате рифейского, и сменившего его затем позднепалеозойского (герцинского) циклов [3]. В более позднее время, под влиянием экзогенных процессов происходило формирование россыпных месторождений

Анализ выявленных рудопроявлений и закономерностей их локализации позволяет говорить о ведущей минерагенической роли герцинского цикла. В то же время по ряду важнейших элементов, в т.ч. благороднометаллических, намечаются явные черты унаследованности, возможно связанные с процессами реювинации [4], что особенно наглядно прослеживается на примере золота. Следует отметить, что рудномагматические формации, связанные с орогенным герцинским гранитоидным магматизмом, в значительной степени повторяют геохимический (и минерагенический) облик рифейского цикла. На основе результатов анализов ICP-MS очевидна региональная специализация на целый ряд литофильных, халькофильных и редкометаллических элементов, в частности содержание бора, в магматитах как рифейского, так и палеозойского циклов аномально высокое и равняется 176 КК (для рифейских магматитов) и 184 КК для гранитоидов верхнего палеозоя. Вмес-

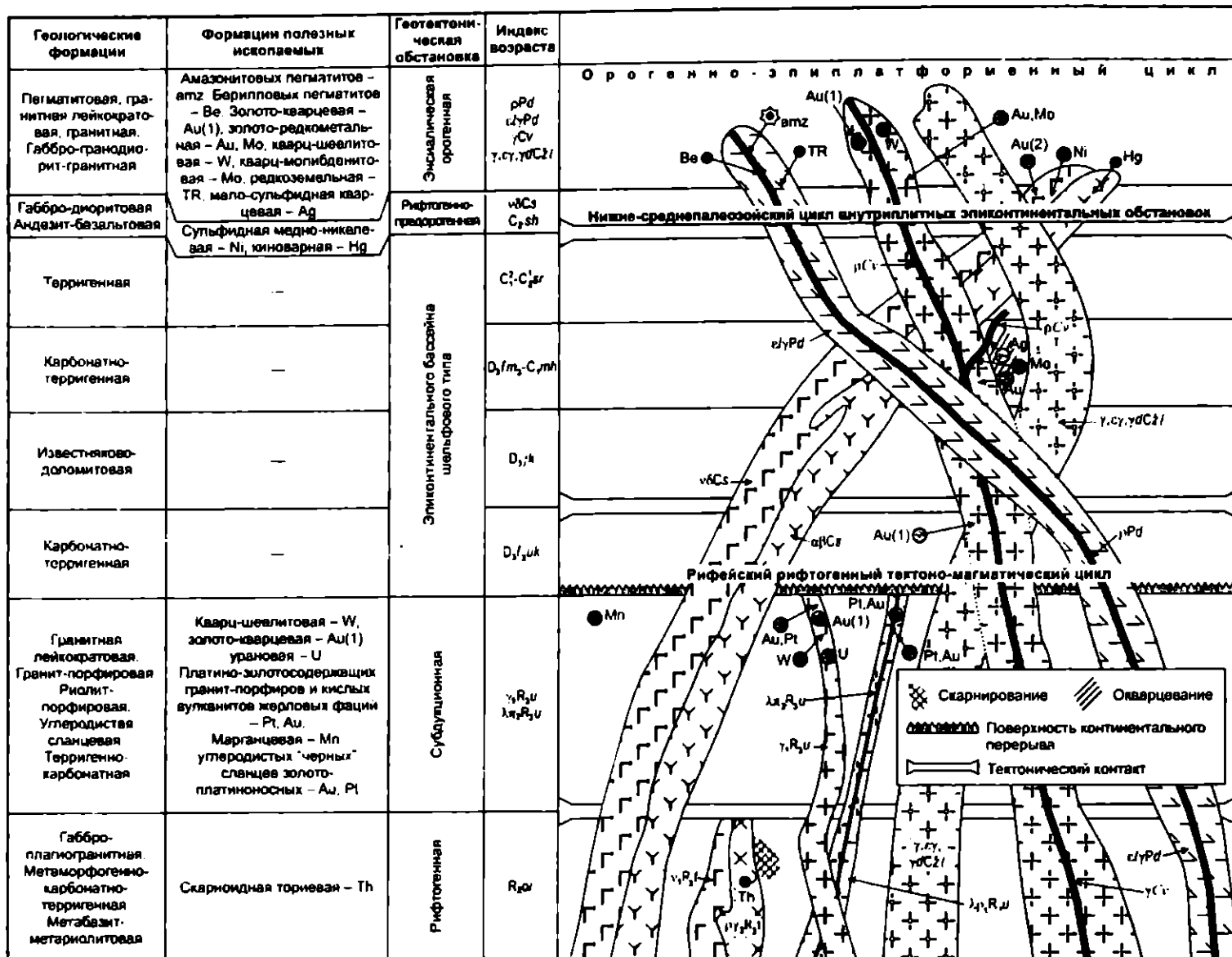


Рис. 2. Металлогенограмма (Уакитская зона).

те с тем, для обоих этапов отмечается устойчиво пониженная концентрация Be, Rb, Zn, Nb, Cs (в магматах обоих этапов указанных элементов в 2 – 3 раза меньше КК), и напротив устойчиво повышенная (в 1,5 – 2 раза) Li и Pb. В то же время, от магматитов рифейского цикла к магматитам палеозоя наблюдается увеличение содержания стронция (от пониженного в 3-6 раз в рифейских, до 2-3 КК в палеозойских), Со от кларкового до двухкларкового. Содержание Ва также растёт от 2,5 КК в рифее, до 6 КК в палеозое. Количество Se резко уменьшается со 158 до 20 КК. Наблюдается также небольшое уменьшение Hf с 4,2 до 3,4 КК. Явная унаследованность отмечается для Au, в меньшей степени Ag. Учитывая то, что магмогенерация гранитоидов витимканского комплекса происходила за счёт внутрикорового источника, становится очевидным, что часть благороднометаллических элементов реконденсирована.

Ранний и средний палеозой в минерагеническом отношении малоперспективен, так как, начиная с кембрия и заканчивая верхним девонем, на территории Уакитской зоны доминировала внутриплитная эпикратонная обстановка.

В связи с витимканскими гранитоидами отмечаются следующие рудно-формационные комплексы: золото-кварцевый (Аку-Нерундинская и Юктокон-Сриховская зоны), кварц-шеелитовый

(Санский узел), кварц-молибденитовый (Сриховский и Уакитский рудные узлы), а также золото-редкометаллическое оруденение (рис.2).

В гранитоидах витимканского комплекса прослеживаются две противоположные тенденции в распределении рудного вещества. С одной стороны (по результатам ICP-MS) глубоко эродированные части, характеризующиеся устойчиво повышенными содержаниями целого ряда полезных компонентов (золота, вольфрама) не дают рудных, локальных концентраций, с другой стороны, слабо эродированные тела-сателлиты с пониженными содержаниями этих же элементов, продуцируют рудные объекты, представляющие практический интерес. В первом случае имеет место рассеяние рудных компонентов, прежде всего в темноцветных минералах, во втором - налицо частичная экстракция элементов под влиянием активного воздействия флюидов. Отмеченная закономерность хорошо согласуется с ранее сделанными выводами [2],[5] о повышенной потенциальной рудоносности апикальных частей гранитоидных массивов. Упомянутая унаследованность минерагенического спектра полезных компонентов, по-видимому, обусловлена вовлечением в процессы магмогенерации сходных структурно-вещественных комплексов как рифейского, так и герцинского тектоно-магматических циклов, что, вероятно, является

региональной особенностью Уакитской зоны, а может и всего Западного Забайкалья.

Важнейшим моментом, при определении минерагенического потенциала Уакитской зоны, является проблема поиска оптимальных в структурном отношении факторов постмагматической рудолокализации. Представляется, что к таким факторам относятся надапикальные зоны пересечения разнонаправленных разрывных нарушений, создающих предпосылки для рудолокализации штокверкового типа. К подобным структурам можно отнести структуру Санского рудного узла и, предположительно, глубокие горизонты Михайловского месторождения золота. Большинство проявлений молибдена, вольфрама, золота приурочено к зонам прокварцевания эндо- и экзоконтактовых частей витимканского комплекса. Прокварцевание отмечается как в терригенных, терригенно-карбонатных так и вулканогенных породах мухтунной, сырыхской и суховской свит. Следует отметить, что скарнообра-

зование для витимканского комплекса, даже при наличии благоприятных структурных факторов, не характерно, что является его особенностью, которая отмечается для гранитоидов корового типа и для других регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Схема металлогенического районирования территории России. Масштаб 1:5 000 000. - М., 2001. -163 с.
2. Изох Э.П. Оценка рудоносности гранитоидных формаций в целях прогнозирования. - М., 1978. -136 с.
3. Никитин А.В. Геология, вещественный состав и минерагения магматических комплексов Уакитской зоны (Западное Забайкалье): Автореф. дис. ...канд. геол.-минерал. наук. - Воронеж, 2003. - 24 с.
4. Рундквист Д.В. Эпохи реювепации докембрийской коры и их металлогеническое значение // Геол. рудных месторождений. - 1993. - Т. 35. №6. - С. 417-480.
5. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. - М., 1977. -280 с.

