

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ – ОСНОВА ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОИСКОВ

Спиридонов А.М., Зорина Л.Д., Романов В.А.

Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, г. Иркутск, e-mail: sam@igc.irk.ru

Геохимические методы поисков полезных ископаемых зародились и развивались на основе изучения первичных (эндогенных) и вторичных (экзогенных) ореолов. Использование первичных ореолов в поисковых целях основано на твердо установленных фактах существования во вмещающих рудные тела породах повышенных или пониженных содержаний рудных и сопутствующих элементов. Однако при изучении геохимических особенностей рудных районов объектом прикладных исследований являются не только околорудные породы (ореолы в узком смысле), а большие площади с аномалиями первоначально неясной природы и с неопределенными на оруденение перспективами. Поэтому при анализе условий распределения содержаний элементов в земной коре более целесообразно пользоваться термином «геохимическое поле», предложенным А.Е.Ферсманом [1940] и получившим широкую известность в связи с разработанной Л.В.Таусоном [1976; 1979; 1981; 1983] теорией геохимических полей.

В 95-тую годовщину со дня рождения Льва Владимировича Таусона мы, его ученики и последователи, на практике при исследовании многих рудных районов подтвердившие правомерность его теоретических разработок, считаем своим долгом акцентировать основные положения разработанной Львом Владимировичем теории геохимических полей.

Объединяя генетический и морфологический подходы к классификации геохимических аномалий, эта теория основана на том, что естественным состоянием элементов в земной коре является рассеяние (закон Кларка-Вернадского), тогда, как их концентрирование, – явление аномальное, обычно связанное с процессами скопления минерального вещества. **Под геохимическим полем (ГХП) понимается «геологически однородное горное пространство (имеются в виду геологически однородные образования – уточнение авторов тезисов), характеризующееся близкими физико-химическими условиями образования минеральных ассоциаций, имеющих сходные парагенезисы и уровни содержания химических элементов» [Таусон, 1983, стр.9].**

Среди геохимических полей, которые подразделяются на эндогенные и экзогенные, выделяются: геохимические поля рассеяния (ГПР), геохимические поля концентрирования (ГПК) и геохимические поля выноса (ГПВ). Под геохимическими полями рассеяния следует понимать участки земной коры, концентрация элементов в которых обусловлена законом Кларка-Вернадского. Они представляют интерес с точки зрения познания закономерностей распределения вещества в земной коре в целом. Геохимические поля концентрирования – участки земной коры, характеризующиеся аномальной концентрацией элемента или элементов, возникшей в результате эволюции рудно-магматической или другой природной системы. Именно ГПК имеют важное значение при установлении закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых и для их поисков. Геохимические поля выноса характеризуют участки с аномально уменьшенными (относительно геохимических полей рассеяния) содержаниями элементов, образовавшиеся в результате выноса или перераспределения элементов. С геохимическими полями концентрирования они находятся во взаимосвязи, образуя на рудоносных площадях единую систему, когда поля концентрирования одних элементов могут быть полями выноса других.

Эндогенные геохимические поля рассеяния по классификации Л.В. Таусона [1983] подразделяются на магматогенные, метаморфогенные и осадочно-метаморфогенного генезиса. При характеристике магматогенных ГПР следует учитывать геохимический тип магматических пород и морфологический тип магматических тел [Таусон, 1977]. В зависимости от типа магматических пород их геохимические поля могут содержать повышенные содержания ряда редких элементов, не связанные с рудообразованием.

Среди эндогенных геохимических полей следует различать связанные с магматическими очагами (магматогенные), с деятельностью интрателлурических эманаций (интрателлурические) и вадозо-термальных растворов (гидротермально-метаморфогенные).

В основу классификации магматогенных геохимических полей по [Таусон, 1983] заложен принцип стадийности процесса дегазации продуктивной интрузии. В зависимости от этого магматогенные ГХП подразделяются на три группы – магматического, пневматолитового и гидротермального этапов. Среди ГХП магматического и пневматолитового этапов можно выделить: 1) ГХП в апикальных частях интрузий, образованные в результате эманационного привноса рудных и редких элементов при становлении и кристаллизации интрузий; 2) ГХП, образующиеся при процессах ликвации магм; 3) эманационные ореолы интрузий во вмещающих породах; 4) минерализованные брекчированные зоны; 5) поля эманационного предрудного привноса в ослабленные проницаемые зоны; 6) зоны предрудных метасоматитов во вмещающих породах.

Изучение разнотипных геохимических полей [Таусон и др., 1985, 1987; Спиридонов и др., 2006, 2008 и мн. др.] свидетельствует о их полигенном характере и сопряженности с развитием рудно-магматических систем. Геохимические поля рудных узлов и рудных полей являются результатом поздне- и постмагматических процессов (они включают также ГХП вмещающих пород, в том числе и претерпевших изменения на дорудном этапе развития природной системы). Эти поля не всегда связаны непосредственно с рудообразованием, хотя на их фоне и нередко частично за счет их вещества в дальнейшем происходит формирование оруденения месторождений.

На рудных объектах геохимические поля концентрирования являются интегральным выражением привноса и перераспределения элементов на протяжении всех стадий процесса рудообразования (гидротермальный этап), соответствуя формированию рудных тел, предрудных и синрудных метасоматитов. По степени концентрирования геохимические поля подразделяются на три группы: ГХП слабого концентрирования (коэффициент контрастности – КК, нормированный по фону, до 10), среднего (КК 10-100) и интенсивного (КК >> 100). В случае относительно простого строения рудных объектов геохимические поля интенсивного концентрирования совпадают с контурами промышленных залежей и соответствуют рудным телам, поля среднего уровня отвечают их ореолам, а низкого – ореолам месторождений или рудных полей [Таусон, 1983]. На телескопированных месторождениях вокруг рудных тел зачастую фиксируются гетерогенные аномалии с уровнями концентрирования от 10 до 1000 раз выше фоновых, и указанные соответствия геохимических полей и ореолов не всегда соблюдаются.

К настоящему времени, наряду с другими научными исследованиями, широкое распространение получило геолого-геохимическое моделирование природных эндогенных систем. Переход от изучения ореолов рудных тел и месторождений по отдельным сечениям или опорным профилям к объемному изучению структуры эндогенного геохимического поля (геохимические поля рассеяния – ГПР, выноса – ГПВ и концентрирования – ГПК) рудных объектов и рудно-магматических систем (РМС) в целом позволяет выйти на качественно новый уровень обобщения фактического материала. Применение объемного анализа развития РМС дает возможность увязать закономерности, выявленные в структуре аномального геохимического поля, с наблюдаемыми природными явлениями (геолого-структурной позицией объекта, особенностями пространственного распределения минеральных парагенезисов и их зональным отложением, процессами площадного и околожильного метасоматоза и гидротермального изменения вмещающих пород и т.п.) и на этой основе разработать геохимические критерии поисков и оценки рудных объектов. Такой подход позволяет отойти от принятой оценки каждого ореольного обособления и дает возможность рассматривать эндогенное геохимическое поле как целостную дифференцированную в пространстве и времени систему со своими особенностями и закономерностями внутреннего строения.

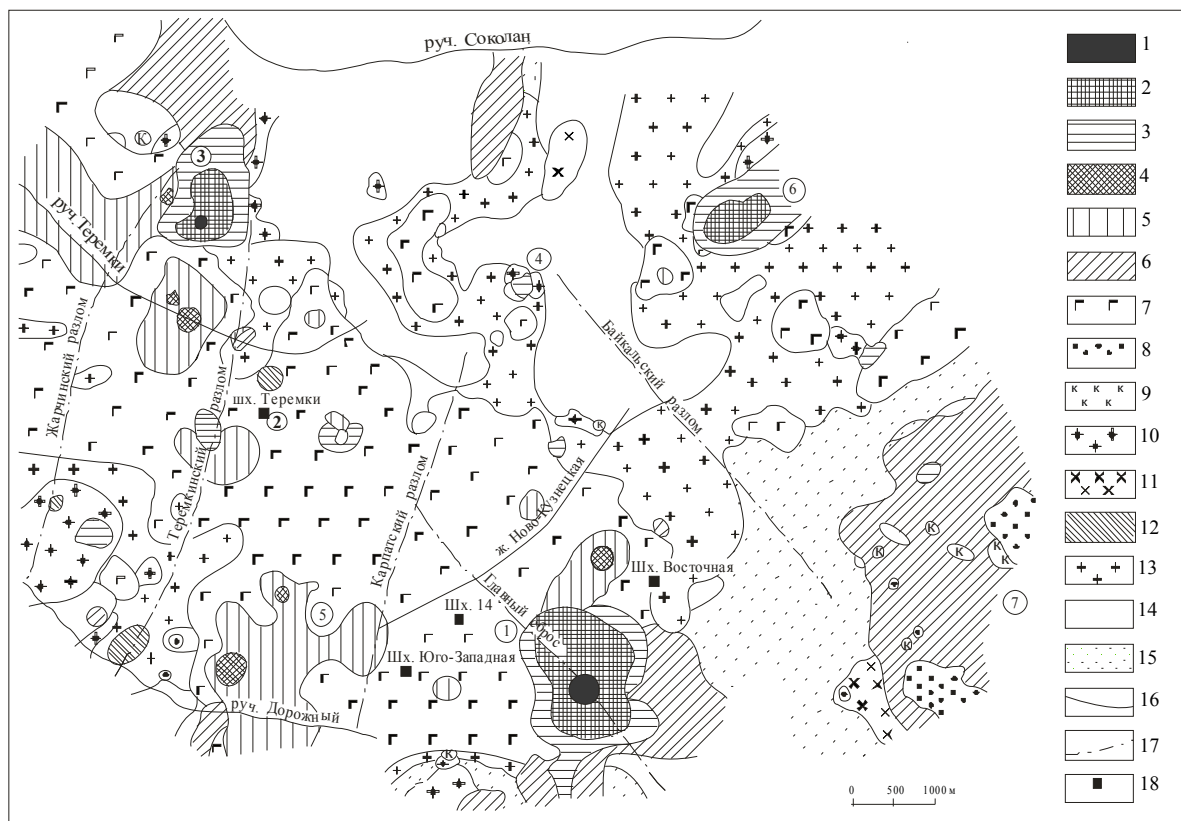


Рис. Геохимические поля Дарасунского золоторудного узла (в квадратных скобках коэффициент контрастности КК)

1-3 – геохимические поля и их КК над месторождениями и рудопроявлениями:

1 – Au[175] - Ag[21] - Cu[5] - Pb[1.5] - Mo[3] - (Sn, Li, Sc, Ce, Gd)[2] - Be[1.5] - Ba,Cr[4]; **2** – Au[36] - (Ag, Pb, B, Mo, Ba)[2] - (Be, Cr)[5] - Gd[1.5]; **3** – Au[12] - (Ag, Cu, Pb, Ba, Sc)[2] - Hf[1.5];

4 – Cr[38] - Au[8] - Cu[4] - Sc[6] - Sr[3] - (Ba, Ce, La,Gd)[2] – ГХП ультраосновных пород кручининского комплекса (PZ₁);

5 – Cr[14] - Sc[9] - (Au, Cu)[4] - B[3] - (Ag, Gd, Ba, Sr)[2] – ГПК в габброидах кручининского комплекса;

6 – Au[4] - (Ag, B, Li)[3] - Pb[2] - Ce[1.5] – ГПК в гранитоидах крестовского комплекса;

7 – Cr[5] - Sc[4] - (Cu, Ba)[3] - (Au, B, Mo, Ce, La, Gd, Hf)[2] - Zn[1.5] – ГХП центрального тела слабогранитизированных габброидов кручининского комплекса, вмещающих Дарасунское и Теремкинское месторождения;

8-10 – локальные ГПК в гранитоидах:

8 – (Au, Ag)[3] - Pb[2] - (Mo, Ba)[1.5]; **9** – Au[3] - (Ag, Pb)[2]; **10** – Au[3] - (Ba, Ce)[2] - La[1.5];

11 – Sc[9] - Cr[8] - B[6] - (Ag, Cu, Sn)[4] - (Au, Mo, Ba)[2] - (Pb, Li)[1.5] – локальное ГПК в гранитизированных габброидах;

12 – Hf[8] - Gd[7] - (B, Ce, La)[6] - (Sn, Y, Yb)[5] - (Au, Mo)[4] - (Zn, Be, Nb)[3] - (Pb, Ba, Cr)[2] – ГХП лиственитов;

13 – Gd[3] - (Cu, Cr, Ba, Sc, Ce, La, Hf, Y, Yb)[2] - Sn[1.5] – ГХП гранитоидов крестовского комплекса (PZ₂);

14 – Ba[3] - Pb[2] - Ce[1.5] – ГХП гранитоидов олекминского комплекса (PZ₃ - MZ₁);

15 – Ba[3] - (B, Li)[2] - Sr[1.5] – ГХП гранитизированных габброидов;

16 – жилы; **17** – тектонические нарушения; **18** – шахты.

Месторождения и рудопроявления (номера в кружочках): **1**– Дарасунское, **2** – Теремкинское, **3** – Усть-Теремкинское, **4** – Соколанское; **5-7** – вновь выявленные аномалии.

Каждый геологический объект характеризуется свойственными ему геохимическими полями. При формировании РМС образуются ГХП разных иерархических уровней [Таусон и др., 1987]. Интенсивность ГХП последовательно возрастает на иерархической ступени

«вмещающая порода – предрудный метасоматит – синрудный гидротермалит – рудное тело – рудный столб». В целом, на площадях рудных узлов и месторождений наблюдается пестрая картина геохимических полей рассеяния, выноса и концентрирования. Первые, как правило, характеризуют вмещающие породы, вторые и третьи могут иметь разную природу. Примером может служить карта геохимических полей Дарасунского золоторудного узла, построенная на основе результатов геохимического картирования по коренным породам в масштабе 1:25000 с привлечением геохимических съемок более крупных масштабов (1:10000, 1:2000, 1:1000) по участкам месторождений и рудопроявлений (рис.).

Общей особенностью рудных узлов является образование площадных полиэлементных ГХП вмещающих пород с повышенными содержаниями отдельных элементов, отражающих, с одной стороны, геохимическую специфику этих пород, с другой – влияние гидротермального рудного процесса. На фоне площадных четко выделяются ГХП месторождений и рудопроявлений, а также локальные аномалии той или иной группы элементов, соответствующие составу оруденения (как правило, с невысокими коэффициентами контрастности – КК) и имеющие концентрически-зональное строение. На месторождениях, наряду с ГПР вмещающих пород, выделяются ГХП предрудных метасоматитов слабого концентрирования ($КК \leq 10$), синрудных гидротермалитов ($КК = 10-100$) и рудных тел ($КК \gg 100$).

Полистадийный и телескопированный характер минерализации обуславливает многокомпонентный состав ГПК. При этом многокомпонентный состав геохимических полей отвечает составу разнообразной рудной минерализации объекта и примесям, содержащимся в рудных минералах.

Литература

Спиридонов А. М., Зорина Л. Д., Китаев Н.А. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. – 291 с.

Спиридонов А. М., Романов В. А., Зорина Л. Д. Геохимические поля – основа геохимических методов поисков // Сборник Четвертого Международного совещания «Геохимия биосферы». – Новороссийск, 2008. С. 201-214.

Таусон Л. В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. – М.: Наука, 1977. – 280 с.

Таусон Л. В. Магматогенные геохимические поля рассеяния и концентрирования // Геохимические методы поисков рудных месторождений. – Новосибирск: Наука, 1981. С. 30-37.

Таусон Л. В. Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих месторождений // Methods of geochemical prospecting (MGP). – Praga, 1979. P. 17-20.

Таусон Л. В. Проблемы поисковой геохимии // Проблемы эндогенного рудообразования и металлогении. – Новосибирск: Наука, 1976. С. 229-238.

Таусон Л. В. Теория геохимических полей концентрирования и геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых // Проблемы прикладной геохимии. – Новосибирск: Наука, 1983. С. 5-18.

Таусон Л. В., Баумштейн В. И., Зорина Л. Д. Геохимические поля Быстринского рудного узла // Геология рудных месторождений. 1985. № 5. С. 34-44.

Таусон Л. В., Гундобин Г. М., Зорина Л. Д. Геохимические поля рудно-магматических систем. – Новосибирск: Наука, 1987. – 202 с.

Таусон Л. В., Петровская С. Г., Спиридонов А. М., Гнилуша В.А., Кочеткова Л.Ф. Закономерности размещения геохимических полей концентрирования в кольцевых структурах с латитовым магматизмом // Доклады АН СССР. 1985. Т. 282. № 3. С. 697-701.

Ферсман А. Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – 446 с.