

дулкабировой, Л.В. Булыго и др. – Алма-Ата: Недра, 1987. – 224с.

16. Мауленов А.М. Формационно-фациальный анализ углеродистых толщ Северного Казахстана в связи с их золотоносностью // Тезисы докладов Международного симпозиума «Бассейны черносланцевой седиментации и связанные с ними полезные ископаемые», 5-9 августа 1991 г., г. Новосибирск [Отв. ред. А.Э. Конторович и др.].- Новосибирск: ОИГГМ СО АН СССР, 1991.- С. 95-96.

17. Киселев А.Ф., Юшин А.А. Геохимия редкоземельных элементов и благородных металлов в черносланцевых формациях Северного Казахстана // Тезисы докладов Международного симпозиума «Бассейны черносланцевой седиментации и связанные с ними полезные ископаемые», 5-9 августа 1991 г., Новосибирск [Отв. ред. А.Э. Конторович и др.].- Новосибирск: ОИГГМ СО АН СССР, 1991. - С. 77-78.

18. Коробейников А.Ф. Нетрадиционные комплексные золото-платиноидные месторождения складчатых поясов.– Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1999.- 237с.

19. Рихванов Л.П., Поцелуев А.А., Коробейников А.Ф. и др. О необходимости комплексного изучения месторождений полезных ископаемых (на примере Мо-W месторождений Алтая и углей Кузбасса) // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России « III века горно-геологической службы России», - Томск: 2000, Т. II, с. 113-116.

## **RARE ELEMENTS AND GOLD IN DEPOSITS NORTH-KAZAKHSTAN URANIUM PROVINCE**

**A.A. Potzeluev, L.P. Rikhvanov, S.L. Nikolaev**

The information on levels of accumulation of rare elements and gold in uranium deposits of a province for the first time presented. The reasons of formation of high concentrations of elements on a number of objects are uncovered. The abnormal contents of rare earths, mainly if mild lanthanoids, are characteristics for ores of deposits localized in leucogranites and epileucite of intrusive complexes of Devonian age. The greatest contents of mean and heavy lanthanoids are marked in ores of those deposits, where there is an obvious connection with intrusive complexes. The high contents of gold (0, n ppm) are detected in ores 7 deposits and sites, that is conditioned by two controlling factors: by overlapping various formation and polychronic golden and uranic mineralization within the limits of one ore-control of structures and high gold content (0, n – n, 0 ppm) dolomite-carbon shales sharskoy of suite. Is drawn a conclusion about high outlooks of detection in province of deposits rich complex gold-uranium-rare metals with noble metals of ores.

УДК 553.3/.4 : 550.84.

## **ПОКАЗАТЕЛИ НЕОДНОРОДНОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКОГО СПЕКТРА КАК КРИТЕРИИ РУДОНОСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕЙ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ)**

**Поцелуев А.А., Гаврилов Р.Ю.**

В процессе дифференциального перемещения вещества происходит изменение общего характера геохимического спектра геологических образований. Этот процесс отражается на увеличении показателей дисперсии (ДГС) и вариации (ВГС) геохимического спектра, которые рассчитываются по нормированному содержанию всех проанализированных элементов. Их статистическая устойчивость определяется количеством проанализированных химических элементов. Область воздействия показателей ДГС и ВГС, полученных по выборочным данным, соответствует размеру геологического пространства, охваченного выборочным опробованием. Область воздействия показателей, оцененных по единичной пробе, определяется ее геометрией. На примере редкометальных месторождений показано значительное увеличение ДГС и ВГС в направлении от пород к метасоматитам и рудам. Изучение ДГС и ВГС позволяет осуществлять геометрическое моделирование их пространственной изменчивости, получать качественно новую информацию о характере и структуре геохимического поля. Показатели неоднородности геохимического спектра геологических образований могут быть получены и использованы в качестве кри-

териев рудоносности при обработке геохимической информации на всех стадиях геологоразведочных работ.

## ВВЕДЕНИЕ

В геохимии многими исследователями используется понятие «геохимического спектра». Часто можно встретить выражения вида «геохимический спектр редкоземельных элементов» или «геохимический спектр редких и благородных металлов». Вместе с тем, общепринятого определения понятия «геохимический спектр» нет.

Латинское *spectrum* переводится как видение, образ. Например, в физике под спектром понимается совокупность всех значений какой-либо физической величины, характеризующей систему или процесс. Геохимия изучает природные объекты, уровни накопления и характер распределения в них химических элементов. В соответствии с этим под геохимическим спектром в целом следует понимать совокупность распределения химических элементов в изучаемых объектах. Полный геохимический спектр должен включать все элементы от водорода (№ 1) до урана (№ 92). Образно эта информация представляется в виде графиков распределения химических элементов, упорядоченных по горизонтальной оси в соответствии с атомным номером, а по вертикальной оси показывается их содержание.

Известно, что распространенность химических элементов весьма различна и сильно зависит от многих факторов. В первую очередь она зависит от величины атомной массы и четности атомного номера элементов. Существуют также резкие отличия в распространённости химических элементов в зависимости от других факторов (тип геосферы, характер изучаемых объектов и т.д.). В связи с этим, для сопоставительного анализа различных химических элементов в геохимии широко применяется процедура нормирования (деления) содержания химических элементов в исследуемых образованиях по их содержанию в протопланетном веществе (в хондритах), либо по кларкам (среднее содержание в Земной коре).

В результате этого геохимический спектр, отображённый в виде весовых процентов содержания химических элементов, преобразуется в геохимический спектр нормированного ряда, который характеризует отличия изучаемых образований от той субстанции, по которой проведено нормирование. Процедура нормирования создаёт широкие предпосылки для применения различных методов анализа и сравнения геохимических спектров.

При обработке геохимической информации широко используются методы математической статистики [1,2,3,4]. При этом, большое значение придается статистическим параметрам, которые характеризуют неоднородность распределения изучаемой величины. Это в первую очередь такие параметры как дисперсия и производное от нее коэффициент вариации. Накоплен богатый положительный опыт использования этих характеристик для геологоразведочных классификаций месторождений полезных ископаемых, в металлогеническом анализе, при обработке прогнозно-поисковой геохимической информации.

Многочисленными исследованиями показано, что в рудоносных геологических образованиях разных масштабных уровней возрастает неоднородность распределения ценных компонентов и попутных химических элементов. Это количественно выражается в увеличении их дисперсии и коэффициента вариации. Наиболее глубоко эти исследования проведены в связи с прогнозированием и поисками месторождений редких, радиоактивных и благородных металлов [5,6,7,8,9].

Явление увеличения неоднородности распределения химических элементов в связи с формированием рудных месторождений является частным случаем общего закона дифференциального перемещения вещества Земли, сформулированного Л.Н. Овчинниковым: *металлы изначально находятся в Солнечной системе в рассеянном состоянии. Образование всякого рудного месторождения – переход металлов от рассеяния к концентрации, осуществляемый в процессе дифференциального перемещения вещества со стремлением в результате многоступенчатой дифференциации к селективному отложению металлов, накоплению их в рудных телах* [10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетние исследования геологических образований редкометальных рудных полей Алтае-Саянской складчатой области и Северного Казахстана показывают [6,11,12], что в процессе формирования гидротермальных рудоносных образований (метасоматиты, жилы) происходит изменение концентрации большого количества как петрогенных, так и микроэле-

ментов. Неизменными остаются концентрации значительно меньшего числа элементов (табл.1).

Таблица 1.

Характеристика геохимического спектра метасоматитов по отношению к составу первичных пород

Тип метасоматитов	Петрогенные элементы			Микроэлементы		
	Привнос	Инертны	Вынос	Привнос	Инертны	Вынос
Кварц-гидро-слюдистые	Si, Fe <sup>+</sup> , Mn, H <sub>2</sub> O, O, Ca, K,	Mn, P, Th	Fe <sup>2+</sup> , Na, CO <sub>2</sub> , Al	Ba, V, Pb, As, Be, Mo, Ag, U	Sr, Zr, Nb, Cu, Zn, Th	Co, Ni
Кварц-альбит-гематитовые (эйситы)	Fe <sup>3+</sup> , H <sub>2</sub> O, Si, U	Th	Fe <sup>2+</sup> , Ca, Ti, P, CO <sub>2</sub> , O, Mg, K, Mn, ±Al, K, Na	V, Co, Nb, Cu, Pb, Zn, As, Be, Ag, Mo, Hg, U	Be, Ni, Zr, Th	Sr
Кварц-серицит-пиритовые (березиты)	Si, Ti, Fe <sup>2+</sup> , P, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, K, O, S	-	Al, Fe <sup>3+</sup> , Mn, Na, Ca	Ba, Co, Pb, Zn, As, Be, Ag, Mo, Hg, U	Sr, V, Ni, Zr, Cu, Th	Nb
Аргиллиты	S, H <sub>2</sub> O, U		Mn, Mg, Fe, Cd, P, Al, Na, K, Si, Ti, O, Th	V, As, Ag, Mo, Hg, U, Pb, Cu	Ba, Sr, Ni, Co, Zr, Nb	Zn, Th

Примечание: Изменение концентрации элементов оценивалось с помощью критерия Стьюдента (уровень значимости 0,05).

При этом, как правило, резко увеличивается неоднородность распределения большинства элементов и в первую очередь редких и рассеянных, что выражается в значительном увеличении показателя дисперсии и вариации их содержания. В связи с тем, что содержание большинства элементов существенно меняется как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, происходит значительное изменение и общего характера нормированных кривых. Они становятся более «зигзагообразными», так как увеличение концентрации одного (или группы) химического элемента сменяется уменьшением концентрации другого (или других) элементов. Таким образом, геохимический спектр становится более дифференцированным, или более неоднородным (Рис. 1).

Для оценки степени дифференцированности геохимического спектра геологических образований нами с коллегами [13] был предложен оригинальный подход в расчёте показателей дисперсии (ДГС) и вариации (ВГС) геохимического спектра при обработке геохимической информации. Существо подхода заключается в том, что ДГС и ВГС рассчитываются по результатам определения содержания всех проанализированных химических элементов в данных геологических образованиях по формулам:

$$ДГС_{(1)} = \frac{\sum (kk_i - k\bar{k})^2}{N - 1}, \quad (1)$$

$$ВГС_{(1)} = \frac{\sqrt{ДГС_{(1)}}}{k\bar{k}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $kk_i$  – коэффициент (кларк) концентрации  $i$ -элемента в геологических образованиях;  
 $k\bar{k}$  – средняя величина коэффициентов (кларков) концентрации элементов в данных образованиях;

$N$  – количество проанализированных элементов.

В процессе исследований был сделан вывод, что в ряде случаев среднюю величину элементов в пробе можно принять при вычислениях за 1. Этим самым усиливается сигнал отклонения от фона, который в обычной ситуации (при субкларковых концентрациях) должен быть близок к 1. Следовательно, формулы (1 и 2) преобразуются:

$$ДГС_{(2)} = \frac{\sum (kk_i - 1)^2}{N - 1}, \quad (3)$$

$$ВГС_{(2)} = \frac{\sqrt{ДГС_{(2)}}}{kk} \cdot 100\%, \quad (4)$$

Статистическая устойчивость ДГС и ВГС определяется количеством проанализированных химических элементов. В проводимых нами геохимических исследованиях широко применяются: эмиссионный спектральный анализ на 52 элемента, инструментальный нейтронно-активационный анализ на 27 элементов, рентгеноспектральный анализ на 3 – 7 элементов и другие. Таким образом, количество проанализированных в одной пробе элементов составляет до 50 и более. Этого количества вполне достаточно для получения статистически устойчивых оценок ДГС и ВГС.

Расчет ДГС и ВГС может выполняться как по осредненным характеристикам геохимического спектра изучаемых образований, полученным по выборкам соответствующего объема, так и по результатам анализа содержания химических элементов в отдельно взятой пробе. Статистическая устойчивость получаемых параметров в обоих случаях будет определяться количеством проанализированных элементов. Чем больше элементов, тем выше устойчивость. Но область воздействия будет существенно отличаться. В первом случае она будет зависеть от размера геологического пространства, которое охвачено выборочным опробованием. А во втором случае область воздействия будет определяться геометрией единичной пробы [14].

Анализ ДГС и ВГС геологических образований полей гидротермальных редкометалльных месторождений показывает, что они существенно отличаются по этим показателям (Рис.1). В табл. 2 приведена обобщенная характеристика ДГС и ВГС, полученная по осредненным характеристикам.

Таблица 2

Показатели дисперсии и вариации нормированных геохимических спектров исходных пород и развитых по ним метасоматитах

Исходные породы	Показатели				Метасоматиты	Показатели			
	ДГС <sub>(1)</sub>	ДГС <sub>(2)</sub>	ВГС <sub>(1)</sub>	ВГС <sub>(2)</sub>		ДГС <sub>(1)</sub>	ДГС <sub>(2)</sub>	ВГС <sub>(1)</sub>	ВГС <sub>(2)</sub>
Диориты	0,7	0,8	60	66	Пропилиты	7,0	7,8	120	140
Граниты	0,5	0,6	55	60	Кварц-гидрослюд.	2,4	2,7	160	180
Базальтовые порфириды	0,6-0,8	0,7-0,9	46-60	50-65	Кварц-гидрослюд.	1,1-4,0	1,5-4,4	68-120	78-130
					Березиты	50	59	180	200
					Эйситы	200-410	230-450	210-270	230-290
					Аргиллизиты	120	180	140	170
Трахириолитовые порфиры	0,4	0,49	52	56	Калишпатиты	1,0	1,4	63	74
					Кварц-гидрослюд.	8	9	140	150
					Эйситы	130	160	180	210
Карбонатные породы	0,3-0,4	0,3-0,5	44-61	49-65	Кварц-гидрослюд.	1,7-120	2,5-180	120-240	140-280
					Березиты	70	75	280	300
					Эйситы	32	36	190	200

Примечание: нормирование проведено по среднему содержанию элементов в земной коре [15].

В качестве характеристики исходных пород, вмещающих метасоматиты и руды, приведены показатели ДГС и ВГС различных по составу и генезису пород. Значения их ДГС и ВГС являются минимальными и изменяются в зависимости от состава и, очевидно, неоднородности пород: ДГС<sub>(1)</sub> от 0,3 до 1,5; ДГС<sub>(2)</sub> от 0,3 до 2,2; ВГС<sub>(1)</sub> от 44 до 78; ВГС<sub>(2)</sub> от 49 до 100. При этом видно, что вторая группа показателей (ДГС<sub>(2)</sub> и ВГС<sub>(2)</sub>) имеет большую величину, нежели первая группа (ДГС<sub>(1)</sub> и ВГС<sub>(1)</sub>). Это является показателем высокой геохимической дифференциации пород рудного поля по отношению к среднему составу земной коры.

Развитые в пределах рудных полей гидротермально измененные породы характеризуются значительно большими величинами показателей неоднородности геохимического спектра, что отражает увеличение дифференциации химических элементов. В целом, метасомати-

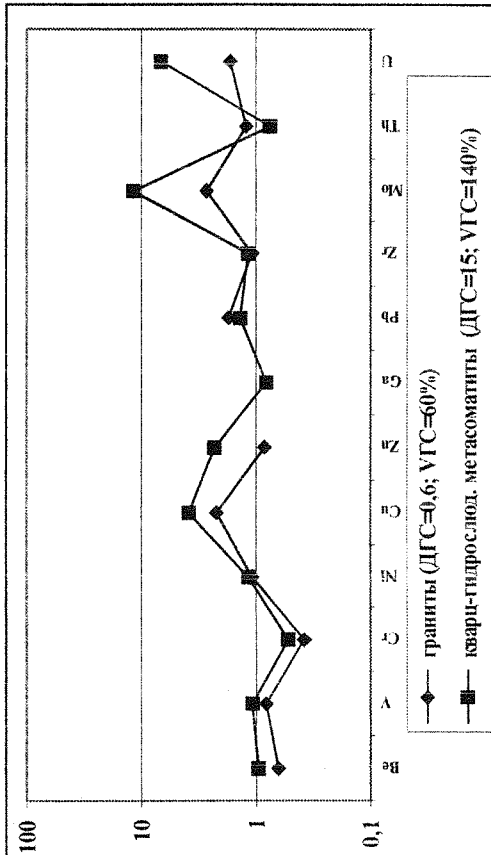
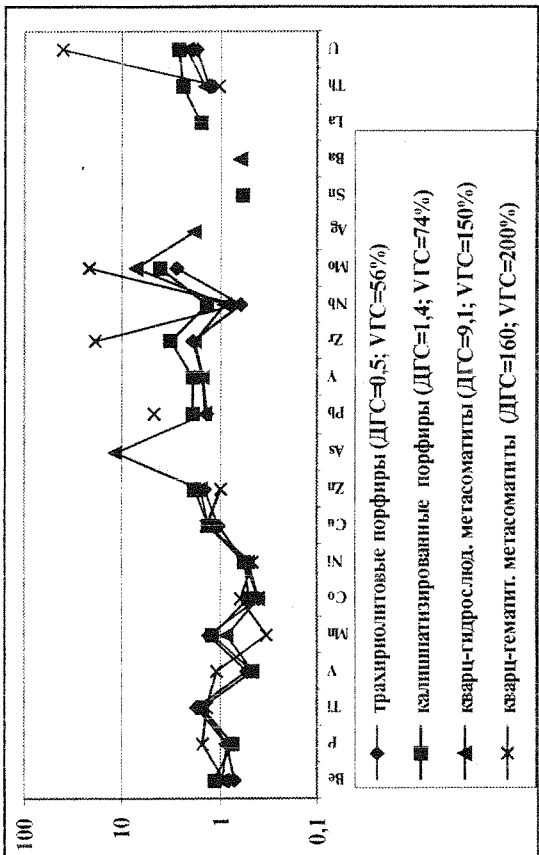
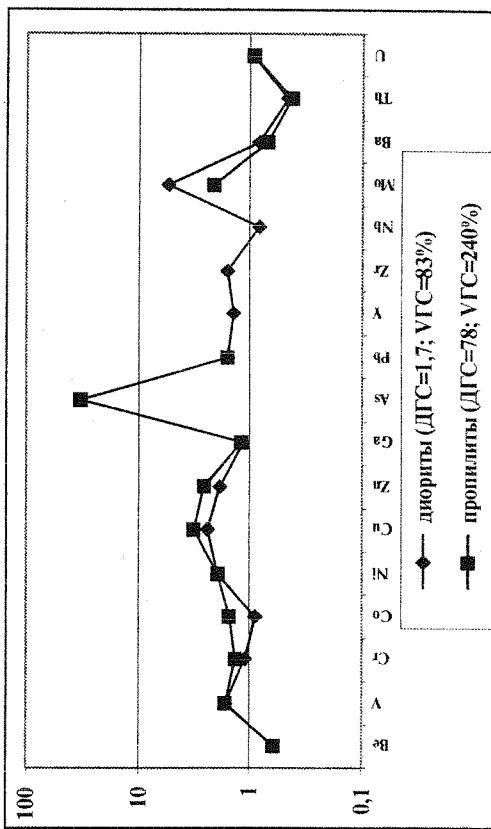
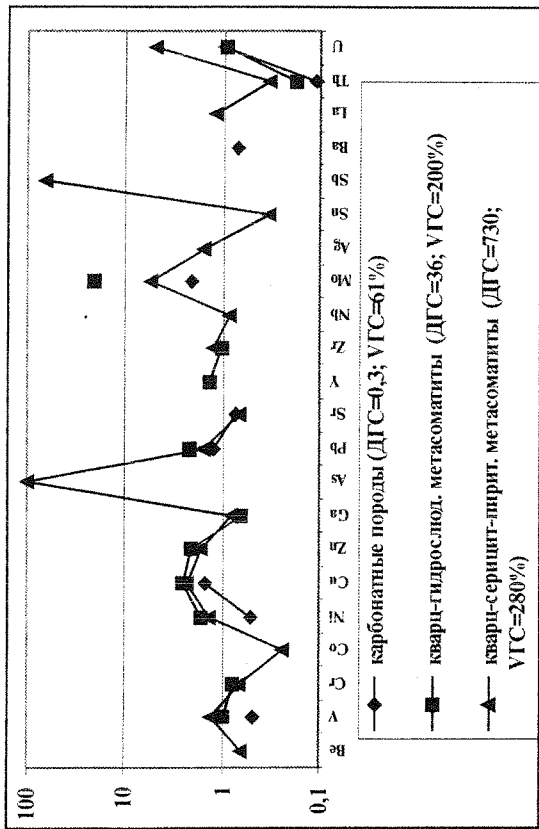


Рис. 1. Нормированные к кларку по [15] кривые распределения элементов в породах и развитых по ним метасоматитах. (Показаны величины дисперсии (ДГС<sub>(i)</sub>) и вариации (VGS<sub>(i)</sub>) геохимического спектра).

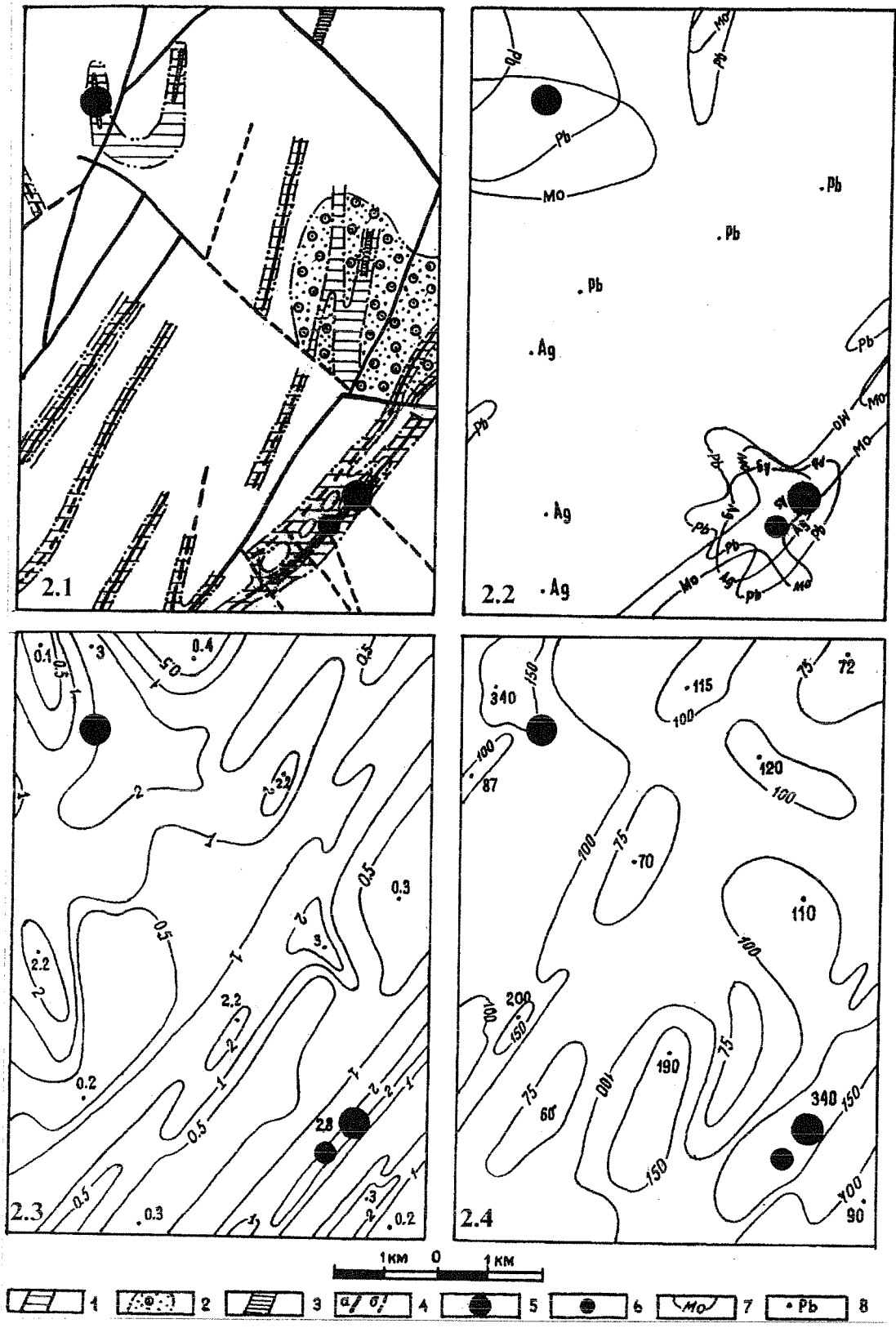


Рис. 2. Схемы ураноносности и развития гидротермально измененных пород на участке (2.1), литогеохимических ореолов рассеяния элементов-спутников оруденения (2.2), изменения показателей ДГС<sub>(1)</sub> (2.3) и ВГС<sub>(1)</sub> (2.4) геохимического спектра. Метасоматиты: 1 - кварц-гидрослюдистые, 2 - эгирин-анортоклаз-гематитовые, 3 - кварц-альбит-гематитовые; 4 - тектонические структуры (а - достоверные, б - предполагаемые); редкометалльная минерализация: 5 - рудопроявления, 6 - проявления; 7 - литогеохимические ореолы рассеяния элементов; 8 - точечные геохимические аномалии.

ты принципиально делятся на две группы: региональные (дорудные) и локальные (околорудные) [11]. К региональным метасоматитам относятся пропилиты, калишпатовые (калишпатиты) и кварц-гидрослюдистые метасоматиты. Локальными и по существу рудоносными являются березиты, эйситы и аргиллизиты.

Значения ДГС и ВГС дорудных метасоматитов существенно выше, чем исходных пород и составляют: ДГС<sub>(1)</sub> от 1,0 до 120; ДГС<sub>(2)</sub> от 1,4 до 180; ВГС<sub>(1)</sub> от 63 до 240; ВГС<sub>(2)</sub> от 74 до 280. Величина ДГС и ВГС зависит от типа метасоматитов и состава исходных пород, по которым они развиты. Минимальными значениями показателей характеризуются калишпатиты, а максимальными – кварц-гидрослюдистые метасоматиты. В кварц-гидрослюдистых образованиях максимальные значения показателей неоднородности отмечаются при их развитии по карбонатным породам. Карбонатные породы характеризуются высокой восстановительной емкостью и являются контрастным геохимическим барьером на пути движения гидротерм, что существенно влияет на геохимический спектр метасоматитов и руд [6,11].

Локальные (околорудные) метасоматиты характеризуются еще большими значениями ДГС и ВГС. Их величина составляет: ДГС<sub>(1)</sub> от 2,0 до 410; ДГС<sub>(2)</sub> от 2,3 до 450; ВГС<sub>(1)</sub> от 140 до 270; ВГС<sub>(2)</sub> от 170 до 290. Собственно рудные тела или рудоносные зоны характеризуются близкими или даже большими значениями ДГС и ВГС.

Выявленные закономерности в изменении показателей неоднородности геохимического спектра геологических образований полностью сохраняются, а в ряде случаев и усиливаются при их расчете не по осредненным характеристикам изученных геологических тел, а при оценке неоднородности геохимического спектра отдельно взятой пробы. В этом случае оказывается возможным изучать неоднородность геохимического спектра элементарно малых объемов геологического пространства, размер которых соответствует области воздействия пробы. Таким образом, существующая проблема [11,14,16,17] минимального размера статистического окна (20-25 проб) в геометрическом моделировании пространственных переменных применительно к ДГС и ВГС сводится до одной пробы.

Процедура оценки степени неоднородности спектров геохимических проб, с построением соответствующих схем достаточно просто реализуется в среде Wintel (Рис.2). Данный метод применим при обработке геохимической информации на всех стадиях геологоразведочных работ. В зависимости от стадии работ и характера решаемых задач могут быть получены линейные, площадные и объемные схемы и диаграммы изменения ДГС и ВГС.

Анализ данных по изменению неоднородности геохимического спектра позволяет получить качественно новую информацию о характере геохимического поля, использовать информацию по всем без исключения проанализированным химическим элементам. Следует также иметь в виду то, что показатели ДГС и ВГС не дублируют, а дополняют друг друга (Рис.2).

Необходимо иметь в виду, что как это показано в многочисленных исследованиях в связи с процессами рудообразования, перераспределению подвергаются в первую очередь низко-кларковые – редкие и рассеянные элементы [5,6,8,9]. Поэтому, для изучения изменения неоднородности геохимического спектра важным является применение современных высокочувствительных аналитических методов, позволяющих количественно оценивать содержания в первую очередь этих элементов. При сравнительном анализе, а также в случае, картирования пространственной изменчивости показателей неоднородности геохимического спектра желательным является применение одинаковых методов анализа химического состава проб.

Выделение аномалий геохимического поля по показателям ДГС и ВГС и интерпретация полученной информации производится с использованием разных подходов. С одной стороны, изучаются характеристики ДГС и ВГС в различных геологических образованиях (в том числе и рудоносных) исследуемых площадей и это является основанием для интерпретации площадной геохимической информации. Так, за основу могут быть взяты данные табл. 2, анализ которых показывает, что максимальные величины фоновых характеристик зависят от состава пород и, в общем, составляют ДГС<sub>(1)</sub> – 0,8; ДГС<sub>(2)</sub> – 0,9; ВГС<sub>(1)</sub> – 61; ВГС<sub>(2)</sub> – 65. Эти значения могут быть приняты в качестве граничных для разделения фоновых и аномальных полей.

Наряду с этим важной характеристикой является изменчивость показателя - градиентность поля. По этому признаку целесообразно выделять участки значимого (в соответствии с заданной вероятностью) изменения ДГС, например, с помощью критерия Фишера. Эти участки в целом соответствуют контактовым зонам, имеющим важное поисковое значение.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Неоднородность геохимического спектра геологических образований является отражением степени дифференциации вещества и оценивается с помощью показателей дисперсии и вариации.
2. Показатели дисперсии и вариации могут быть рассчитаны как по осредненным выборочным характеристикам геологических образований, так и по результатам анализа одной пробы. При этом существенно отличаются области воздействия полученных характеристик.
3. Устойчивость показателей в соответствии с законами математической статистики определяется количеством проанализированных химических элементов.
4. При геометрическом моделировании пространственных переменных по показателям неоднородности геохимического спектра отдельно взятых проб оказывается возможным изучать неоднородность по элементарно малым объемам геологического пространства.
5. Показатели неоднородности геохимического спектра геологических образований могут быть получены и использованы в качестве критериев рудоносности при обработке геохимической информации на всех стадиях геологоразведочных работ.
6. Оценка показателей неоднородности геохимических спектров и характера их изменения с построением линейных, площадных и объемных схем и диаграмм эффективно реализуется в среде Wintel.
7. Применение показателей неоднородности геохимического спектра позволяет получить качественно новую информацию о характере и структуре геохимического поля при решении различных задач.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амшинский Н.Н. Вертикальная петрогеохимическая зональность гранитоидных плутонов. – Новосибирск: Зап. Сиб. изд-во, 1973. – 200 с.
2. Ткачев Ю.А., Юдович Я.Э. Статистическая обработка геохимических данных. - Л.: Наука, 1975.- 233 с.
3. Верховская Л.А., Сорокина Е.П. Математическое моделирование геохимического поля в поисковых целях. - М.: Недра, 1981.- 186 с.
4. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1990.- 251 с.
5. Смыслов А.А. Уран и торий в земной коре. - Л.: Недра, 1974.- 231 с.
6. Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Черепнин В.К. и др. Геохимические критерии гидротермального уранового оруденения северной части Минусинского межгорного прогиба // Геология и геохимия урановорудных провинций Сибири. - Новосибирск: Наука, 1987. - С. 144 - 182.
7. Коробейников А.Ф. Условия концентрации золота в палеозойских орогенах. - Новосибирск, 1987.- 177 с.
8. Ляхович В.В. Об одной особенности рудоносных гранитоидов // Геология рудных месторождений, 1964, №2. - С. 70-84.
9. Таусон Л.В., Дубов Р.И., Козлов В.Д. и др. Геохимическое значение дисперсии концентраций редких элементов в гранитоидах // Вопросы геохимии изверженных горных пород и рудных месторождений Восточной Сибири. – М.: Наука, 1965. - С. 12-22.
10. Овчинников Л.Н. Образование рудных месторождений. - М.: Недра, 1988.- 255 с.
11. Поцелуев А.А. Гидротермально измененные породы и геохимические аномалии как критерии гидротермального уранового оруденения Придорожной и Кулганской площадей Минусинского межгорного прогиба / Дисс. на соискание уч. степени канд. геол.-мин. наук. - Томск: ТПУ, 1985, Т.1- 148 с., Т.2- 216 с.
12. Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Коробейников А.Ф. и др. О необходимости комплексной оценки на благородные металлы руд Калгутинского Mo-W месторождения // Материалы научно-практической конференции «Итоги и перспективы геологического изучения Горного Алтая. - Горно-Алтайск: Горно –Алтайское книжное изд-во, 2000. - С. 85-88.
13. Быстров И.И., Выборов С.Г., Поцелуев А.А. Изучение степени нарушенности (дифференцированности) геохимического поля по комплексному показателю дисперсии // Материалы Междунар. Симпозиума по прикладной геохимии стран СНГ, 29-31 октября, 1997 г., Москва. - М.: 1997. - С. 98-99.
14. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Научные



основы поисков и разведки: Учебник для вузов.- М.: Недра, 1984.- 285 с.

15. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция: Пер. с англ.- М.: Мир, 1988.- 384 с.

16. Каждан А.Б., Пахомов В.И. Обобщение исходных данных при геометризации предпосылок и признаков оруденения // Сов. геология, 1981. - С. 27-34.

17. Пахомов В.И., Пахомов М.И. Использование результатов площадного изучения физических свойств горных пород для картирования зон гидротермально-метасоматических изменений при поисковых работах на уран // Материалы по геологии урановых месторождений. Вып. 38.- М.: ВИМС, 1975. - С. 87-99.

## INDEXS OF HETEROGENEITY OF A GEOCHEMICAL SPECTRUM AS CRITERION ORE CONTENT (ON AN EXAMPLE OF FIELDS OF THE RARE – METALS DEPOSITS)

A.A. Potzeluev, R. U. Gavrilo

During differential movement of matter there is a variation of communal nature of a geochemical spectrum of geologic formations. This process is mirrored in magnification of indexs of a dispersion (DGS) and variation (BGS) of a geochemical spectrum, which one are counted on normalized contents of all parsed elements. The statistical stability DGS and BGS is instituted by an amount of the parsed chemical elements. The field of affecting DGS and BGS, obtained on the elective data, corresponds to a size of geologic room enveloped by elective sampling. The field of affecting of indexs estimated on single sample, is instituted by its geometry. On an example of rare – metals deposits the considerable magnification DGS and BGS in a direction from rocks to metasomatites and ores is rotined. The analysis DGS and BGS allows to realize geometrical simulation of their dimensional variability, to gain qualitatively new information on nature and structure of a geochemical field. The indexs of heterogeneity of a geochemical spectrum of geologic formations can be obtained and utilised as criterion of ore content at treating the geochemical information at all stages of explorations.

УДК 553.98 (550.4)

## БОР В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Столбова Н.Ф.

Результаты изучения геохимических особенностей поведения бора в нефтегазоносных отложениях ряда продуктивных объектов показали соответствие ранее известным закономерностям их проявления в соответствующих породах в других регионах страны и мира. Это обстоятельство позволило использовать полученные результаты для реконструкции палеоландшафтных, седиментационных, диагенетических и эпигенетических условий формирования нефтегазоносных, в том числе нефтематеринских, отложений доманикового типа, в юрское и палеозойское время на территории Западной Сибири.

Особенности геохимического поведения бора в процессе формирования и преобразования осадочных пород указывают на возможность их использования в литогенетических реконструкциях.

Такая возможность неоднократно ранее использовалась исследователями при изучении осадочных бассейнов Зея-Буреинской впадины [1, 2, 3], Гиссарского хребта [4, 5, 6], Западной Сибири [7], Пай-Хоя [8] др. При этом рассматривались и успешно решались вопросы как палеогеографических, так и физико-химических реконструкций: близости береговой линии [7], глубины и скорости седиментации [4, 9, 10, 11], палеоклимата [4], его аридизации [10, 11], связи с соленостью вод, с накоплением органического вещества [2, 3, 10] и др.

На базе имеющегося опыта нами была предпринята попытка геологических реконструкций с привлечением геохимии бора в мезозойском и палеозойском разрезах нефтегазоносных отложений Нюрольской структурно-фациальной зоны (НСФЗ) Западной Сибири. При этом внимание было привлечено к такой особенности геохимии бора, как тесная связь с диа-