

бой степени их эродированности, благоприятных для развития интенсивных гидротермально-метасоматических поствулканических процессов березитоидно-аргиллизитоидного типа. При этом максимально богатое оруденение концентрируется не в узлах пересечения разломов и не в самих тектонических зонах, а в межзональных блоках. При этом может быть рассчитан оптимальный размер таких блоков как элементарных ячеек золото-серебряного оруденения адуляр-кварцевой формации.

Можно предполагать формирование наиболее интенсивного Новофирсовского АГХП на протяжении трех основных стадий. Первая стадия включает заложение вулканогенных прогибов в зонах разуплотнения земной коры — узлах схождения и пересечения систем крупных разломов. Вторая стадия фиксирует развитие мощного золотогенерирующего флюидно-теплового потока с формированием специализированных на золото и серебро металлогенических комплексов (девонских палеовулканических аппаратов). Третья стадия — стадия структурирования золоторудного аномального геохимического поля с формированием зон повышенных и промышленных концентраций золота и серебра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривцов А.И., Мигачев И.Ф. Металлогения андезитовидных вулканоплутонических поясов. Ч. I. Серия методических руководств по геодинамическому анализу при геологическом картировании. — М.: ЦНИГРИ, 1997.
2. Рослякова Н.А., Росляков Н.А. Эндогенные ореолы месторождений золота. — Новосибирск: Наука, 1975.
3. Структурный анализ при палеогеодинамических реконструкциях. — М.: Роскомнедра, Госкомнедра Украины, Геокарт, МАНПО, 1994.
4. Туркин Ю.А. Основные особенности геологического строения Горного Алтая и Салаира по данным современных региональных исследований / Актуальные аспекты геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Алтайского края. / Матер. краевой н.-прак. конф. — Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2004.
5. Туркин Ю.А. Надвиговые структуры Алтая и их роль в формировании аномальных геохимических полей золота / Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых. / Матер. науч. конф. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — С. 532–536.
6. Туркин Ю.А., Карабичина Л.П., Федак С.И. Структурная позиция аномальных геохимических полей золота Горного Алтая / Прикладная геохимия. Вып. 8 (в 2-х томах). — М.: ИМГРЭ, 2008. — С. 152–160.
7. Щербиков Ю.Г., Рослякова Н.В. Генетическая модель гидротермального рудообразования на примере золоторудных месторождений / Генетические модели эндогенных рудных формаций. Т. 2. — Новосибирск, 1983. — С. 132–138.

УДК 551.242.31+553.041

© Гусев Г.С., Гушин А.В., Сироткина О.Н., 2013

Гусев Г.С., Гушин А.В., Сироткина О.Н. (ФГУП «ИМГРЭ»)

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СЛОЖНО УСТРОЕННЫХ ПОКРОВНО-СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ

Региональные геохимические работы являются важнейшей составной частью программы подготовки геологических основ Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000. Основные достижения в этой области опираются на совершенствование методов

геохимического картирования и широкое внедрение в прикладные геологические исследования положений тектоники литосферных плит и мантийных плюмов. Современные подходы к оценке минерагенического потенциала базируются на комплексном анализе геодинамических обстановок формирования рудных формаций, связи их с геохимическими составами горных пород рудоносных геологических комплексов, структурными, метаморфическими, метасоматическими и гипергенными преобразованиями. **Ключевые слова:** покровно-складчатые пояса, геодинамические обстановки, минерагенический потенциал, рудные формации.

*Regional geochemical works are an important part of the State Geological cartography program (at 1:1 000 000 and 1:200 000 scales). The main achievements in this area are based at improving methods of geochemical mapping and a broad introduction to applied geological research of the plate tectonics and mantle plumes theory rules. Current approaches to mineral resource estimations are based on a comprehensive analysis of geodynamic settings which contain ore-bearing formations, their relations with geochemical compositions of ore-bearing geological complexes, structural, metamorphic, metasomatic and supergene transformations. **Key words:** fold-thrust belts, geodynamic settings, mineral resources, ore formations.*

В последние десятилетия оценка минерагенического потенциала крупных регионов основывается на анализе закономерных связей рудных формаций с геологическими формациями и геодинамическими обстановками их формирования. Наличие таких связей устанавливалось и ранее при рассмотрении проблем геохимической специализации геологических комплексов, металлогенической специализации рудных районов и провинций, выявления тектонической позиции месторождений [5, 8].

Покровно-складчатые области справедливо относятся к числу первоочередных поисковых объектов. На территории РФ эти регионы занимают около 60 %. В них сосредоточено подавляющее большинство (более 90 %) рудных объектов, сформированных в основном в сложных геологических условиях. Этим определяется актуальность новых подходов к оценке их минерагенического потенциала.

При подготовке геохимических основ Государственных геологических карт, оценивая минерагенический потенциал зон и рудных районов, обычно учитывают: 1) количество геодинамических обстановок формирования рудоносных геологических комплексов; 2) исходные геохимические составы горных пород; 3) процессы структурных, метаморфических, метасоматических и гипергенных преобразований, наложенные на исходные породы.

Комплексный анализ этих факторов позволил нам обособить 10 классов возрастающей сложности геологических условий формирования рудных объектов и оценки их потенциала по геохимическим данным [2]. Они объединяются в три группы. В группе низкой сложности три класса: 1-й — чрезвычайно низкой, 2-й — очень низкой, 3-й — низкой; в группе умеренной сложности три класса: 4-й — малоумеренной, 5-й — среднеумеренной, 6-й — повышеноумеренной;

Характеристики классов геологической сложности формирования рудных объектов

Индексы геодинамических обстановок*	Начальный этап формирования рудных объектов (процессы рудообразования)					Конечный этап формирования рудных объектов (процессы преобразования)						Классы сложности
	Осадочные (осаждение)			Магматические	Гидротермальные	Структурные	Катагенез	Метаморфизм	Метасоматоз	Гипергенные		
	Механические	Химические	Биогенные							Кор выветривания	Гальмиролиз	
i	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	1
v, cl ₂ , i	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	2
v ₁	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	3
a ₁	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	4
v ₃	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	5
r	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	6
m, cm, cl ₁ , v ₄	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	7
o ₁₋₂ , sa	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	8
m, cl, v	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9
c, aap, var, r, o ₁₋₂ , oi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Индексы процессов	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	-

***Названия геодинамических обстановок:** **c** — неопознанная метаморфического фундамента древней платформы и микроконтинента; **i** — континентального локального внутриплитового магматизма; **r** — континентальнорифтовая; **m** — пассивноокраинная; **cm** — пассивноокраинного типа чехла микроконтинента; **o₁₋₂** — океанического рифта, дна океана; **oi** — океанического острова (симаунта); **aap** — аккреционной призмы островной дуги; **a₁** — островодужная вулcano-плутонической дуги; **sa** — глубоководного задугового бассейна; **v** — активноокраинная нерасчлененная; **var** — аккреционной призмы активной континентальной окраины; **v₁** — активноокраинная вулcano-плутонической дуги; **v₃** — активноокраинная тылового рифта; **v₄** — активноокраинная тылового прогиба; **cl** — коллизионная нерасчлененная; **cl₁** — коллизионная покровно-складчатая; **cl₂** — коллизионная гранитоидного пояса

в группе высокой сложности четыре класса: 7-й — умеренновысокой, 8-й — высокой, 9-й — очень высокой, 10-й — чрезвычайно высокой (таблица).

Диагностика геодинамических обстановок составляет одну из первоочередных задач региональной геохимии. Различия содержания многих рудных элементов в горных породах, их геохимическая и металлогеническая специализация определяются геодинамическими условиями [3]. Внедрение в практику региональных геохимических работ новых аналитических методов и применение теории тектоники литосферных плит и мантийных плюмов в последние годы заметно сказались на повышении точности геодинамических реконструкций. Это позволило скорректировать оценки фоновых содержаний для пород различной геодинамической принадлежности и повысить достоверность интерпретации геохимических аномалий начального и конечного этапов формирования рудных объектов. Определение геодинамической природы геологических и рудных объектов позволило выявить число процессов рудообразования и набор рудных формаций, присущих отдельным геодинамическим обстановкам изучаемых территорий [7].

Совместный анализ геохимической специализации горных пород и парагенетически связанных с ней рудных формаций, позволяет оценить вклад той или иной геодинамической обстановки в формирование конкретных рудных объектов. На примере редкометалльных рудных формаций нами в соавторстве с другими специалистами была показана связь их высокой продуктивности с двумя геодинамическими обстановками — надсубдукционной активноокраинной и континентального локального внутриплитового магматизма,

продуцированного мантийным плюмом рингвудовского типа [1, 4].

В начальные этапы формирования рудных объектов покровно-складчатых областей образование будущих месторождений обеспечивается пятью основными процессами: тремя экзогенными осадочными (механическими, химическими, биогенными) и двумя эндогенными (магматическими и гидротермальными). Примеры проявлений и сочетаний этих процессов позволяют оценить их наличие и относительную роль геохимической специализации геологических комплексов в геодинамических обстановках покровно-складчатых областей. Очевидно также, что, по крайней мере, геохимическая специализация этих процессов и соответствующих им геологических комплексов строго определяется геодинамическими обстановками их формирования и химическими составами исходных пород.

Конечный этап эволюции рудных объектов контролируется процессами эндогенных и экзогенных преобразований как продуктивного, так и деструктивного характера. Эндогенные структурные и катагенетические преобразования часто сопровождаются региональным метаморфизмом и метасоматозом. Экзогенные выражены гипергенными ассоциациями площадных кор выветривания, субаэральных инфильтрационных (линейных) и локальных подводных (гальмиролиз). Векторы воздействия конечного этапа на рудные объекты могут быть различны по направленности, масштабам и результатам. Формирование новых рудных формаций и промышленных концентраций

**КАРТА ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗОН
ГРУППЫ ВЫСОКОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**



Рис. 1. Предварительная схема распределения в складчатых областях России единиц высокой сложности геологических условий оценки минерагенического потенциала (8–10 классы) на объектах территориального уровня (площадь $p \cdot 10^4 \text{ км}^2$) — тектоническая (минерагеническая) зона: границы минерагенических таксонов: 1 — областей и провинций, 2 — мегазон и субпровинций, 3 — зон и бассейнов, подзон и суббассейнов; 4 — название тектонической зоны с указанным классом геологической сложности; 5 — индексы тектонических провинций и областей юго-восточной части территории России. Провинции: ЗС — Западно-Сибирская, СП — Сибирской платформы; щиты: АСЦ — Алдано-Становой щит; области: АС — Алтае-Саянская, БВ — Байкало-Витимская, МО — Монголо-Охотская, ХС — Хокайдо-Сахалинская; классы группы высокой геологической сложности: 6 — 8 класс, 7 — 9 класс, 8 — 10 класс; 9 — номер класса геологической сложности

может быть возбуждено и реализовано всеми процессами конечного этапа. Многие из них необходимы для превращений пунктов минерализации и рудопроявлений начального этапа в месторождения.

Структурные преобразования черносланцевых толщ, сопровождаемые процессами гидротермального переноса, могут быть благоприятными для возникновения месторождений золота [9]. Перенос вещества, дифференциация и накопление полезных компонентов связаны, главным образом, с метасоматическими процессами рециклинга в океанических рифтах срединных океанических хребтов и в структурах мантийных клиньев над зонами субдукции. Ими охвачены вулканические зоны островных дуг и глубоководных задуговых бассейнов. Гидротермальные преобразования формируют рудные формации континентальных рифтов, активнокрайних вулканоплутонических и коллизионных покровно-складчатых поясов.

В структурах коллизионных поясов рудоносные геологические комплексы разных геодинамических обстановок находятся в сложных сочетаниях. Например, рудоносные океанические мантийные перидотиты контактируют с андезитами активнокрайних вулканоплутонических поясов андийского типа и рудоносными телами коллизионных гранитов. Зачастую только геохимические методы позволяют различать базальты и базальты, граниты и граниты, обоснованно отделять фоновые содержания от аномальных, реконструировать исходные соотношения по латерали и вертикали, прогнозировать тип и масштабы оруденения [6].

На территориях покровно-складчатых поясов во многих минерагенических зонах рудоносные геологические комплексы обычно локализованы в нескольких структурных этажах и структурных ярусах. Эти объекты априорно должны относиться к единицам высокой геологической сложности. Примеры локализации минерагенических единиц такого рода показаны на предварительных схемах юго-восточной части территории России (рис. 1) и Полярного Урала (рис. 2).

На площадях высокой геологической сложности трудности рудно-формационной интерпретации составов аномальных геохимических полей (АГХП) почти всегда выражаются длинными рядами химических элементов, ранжированных по коэффициентам их концентрации. Обособляются три группы классов сложности рудно-формационной интерпретации составов АГХП: **низкой сложности — 1, 2, 3-й классы** — длина ряда до 10 химических элементов; **умеренной сложности — 4, 5, 6-й** — длина ряда 10–15 химических элементов; **высокой сложности — 7, 8, 9, 10-й классы** — длина ряда более 15 элементов [2].

Тектонические, рудно-формационные и геохимические признаки, их последовательность, полнота, цикличность и представительность, соответствие эталонным схемам, полученным выводам и оценкам анализируются с помощью составляемых рядов геодинамических обстановок формирования и преобразования рудных объектов, рудных формаций и ранжированных рядов коэффициентов концентрации и стандартных отклонений.

Например, на территории Полярного Урала в структурах 10-го класса геологической и геохимической сложности всей территории Оченьрдской зоны, а также расположенных в ее пределах Енганэпэ-Манитаньрдского рудного района и Пайпудинского рудного узла установлены следующие ряды тектонических, рудно-формационных и геохимических критериев, используемых для оценки минерагенического потенциала [6].

Оченьрдская рудная зона. Тектонические критерии — ряд из 8 геодинамических обстановок формирования и преобразования рудных объектов в трех структурных этажах. Обстановки: 1) развитоостроводужная; 2) активноокраинная; 3) платформенная; 4) континентальнорифтовая; 5) пассивноокраинная; 6) коллизионная; 7) платформенная; 8) повторноколлизионная. **Рудно-формационные критерии** — ряд из 34 рудных формаций (цифры в квадратных скобках — коды процессов формирования и преобразования рудных объектов): Pb_2^{10} [4,6,5,8,11]; $Au_{1,2}^{11}$ [4,6,9]; $CuMo^{11}$ [4,6,9]; $FeCu^{11}$ [4,9]; Cu_5^{11} [4,9]; Cu_3^{11} [4,9]; Pb_3^{11} [4,9]; Cu_4^{11} [4]; $Au_5^{11,12}$ [4,6,9]; Au_0^2 [1]; Au^2 [10]; $Cu^4(Co)$ [6,2,9]; Pb_1^4 [6,2]; Pb_1^4 [6,9]; $CuNi_2^4$ [6,4]; Cu_1^4 [6,2]; Sb^4 [6,4,9]; Cu_6^4 [6,4,9]; $CuAu^4$ [6,4,9]; Pb_3^4 [6,4,9]; $PbBa^{6,12}$ [2,9]; Ba_2^4 [6,2]; Mn_4^4 [6,2,9]; $Pb_1^4(Ba)$ [6,2,7]; $CuPb_2^4$ [6,2,9]; $P_2^{4,2}$ [6,3,7,10]; U_1^4 [6,4,9]; $Pb_1^4(Ba)$ [6,2]; Cu_1^4 [6,2]; $P_{1,2}^{6,2}$ [3,7,10]; $P_3^{6,2}$ [3,7,10]; q_2^{12} [1,8]; B^{12} [6,5]; Au^0 [1].

Геохимические — ранжированный ряд из 17 химических элементов: $Ag_{7,6}^{336}$; $Ni_{4,7}^{115}$; $Co_{4,4}^{111}$; $Cr_{3,7}^{116}$; $Ba_{3,4}^{115}$; $Pb_{3,2}$; $Mn_{3,1}$; $Cu_{2,8}^{108}$; $V_{2,7}^{119}$; $Be_{2,4}^{145}$; $Mo_{2,4}^{216}$; $Sn_{2,3}^{71}$; $Ti_{2,0}^{41}$; $As_{2,0}^{88}$; $P_{1,8}^{132}$; $Sc_{1,7}^{119}$; $Ni_{1,6}^{105}$.

Енганэпэ-Манитаньрдский рудный район. Тектонические критерии — ряд из 6 геодинамических обстановок формирования и преобразования рудных объектов в трех структурных этажах: 1) глубоководного задугового бассейна; 2) активноокраинная; 3) коллизионная; 4) платформенная; 5) континентальнорифтовая; 6) пассивноокраинная. **Рудно-формационные характеристики** — ряд из 23 рудных формаций (цифры в квадратных скобках — коды процессов формирования и преобразования рудных объектов): Cu_4^{11} [4]; Au_4^{11} [4,9]; $Au_5^{11,12}$ [4,6,5]; Cu_5^{11} [4,9]; q_2^{12} [1,9]; B^{12} [6,5]; Au^2 [4,10]; Au_0^2 [1]; U_1^4 [4,9]; $Pb_1^4(Ba)$ [6,2,7]; Cu_1^4 [6,7,2]; $P_{1,2}^{6,2}$ [3,7,10]; $P_3^{6,2}$ [3,7,10]; Mn_1^6 [2,7]; $P_1^{6,2}$ [3,7,10]; Fe_1^6 [2,7]; Au^0 [1]; $Cr_2^{1(sa)}$ [6,4,9,8]; $Cu_2^{1(sa)}(Au)$ [6,4,7,11,8]; $Be_1^{12,3}$ [4,9]; Sr^6 [2,7]; Mn_1^6 [2,7]; V^6 [2,7]. **Геохимические критерии** — ранжированный ряд из 19 химических элементов: Sr_{13}^{209} ; $Ag_{7,6}^{336}$; $Ni_{4,7}^{115}$; $Co_{4,4}^{111}$; $Mo_{4,3}^{313}$; $Cr_{3,7}^{116}$; $Ba_{3,4}^{115}$; $Pb_{3,2}$; $Mn_{3,1}$; $Cu_{2,8}^{108}$; $V_{2,7}^{119}$; $Be_{2,4}^{145}$; $Ti_{2,0}^{41}$; $As_{2,0}^{88}$; $P_{1,8}^{132}$; $Sc_{1,7}^{119}$; $Sn_{1,6}^{97}$; $Zr_{1,6}^{86}$; $Y_{1,5}^{96}$.

Пайпудинский рудный узел. Тектонические — ряд из 5 геодинамических обстановок формирования и преобразования рудных объектов в трех структурных этажах: 1) активноокраинная; 2) коллизионная; 3) континентальнорифтовая; 4) пассивноокраинная; 5) платформенная.

Рудно-формационные — ряд из 14 рудных формаций (цифры в квадратных скобках — коды процессов формирования и преобразования рудных объектов): Cu_5^{11} [4,9]; Cu_4^{11} [4]; $Au_5^{11,12}$ [4,6,5]; U_1^4 [4,9]; $Pb_1^4(Ba)$ [6,2,7]; Cu_1^4 [6,7,2]; $P_{1,2}^{6,2}$ [3,7,10]; $P_3^{6,2}$ [3,7,10]; Au^0 [1]; $Cr_2^{1(sa)}$ [6,4,9,8]; $Be_1^{12,3}$ [4,9]; Sr^6 [2,7]; Mn_1^6 [2,7]; V^6 [2,7] (курсив — прогнозируемые по составу геохимической аномалии рудные формации). **Геохимические** — ранжированный ряд из 15 химических элементов: Sr_{13}^{209} ; $Ni_{4,7}^{115}$; $Co_{4,4}^{111}$; $Cr_{3,7}^{116}$; $Ba_{3,4}^{115}$; $(Pb_{3,2}$; $Mn_{3,1}$; $Cu_{2,8}^{108}$; $V_{2,7}^{119}$; $Be_{2,4}^{145}$; $Ti_{2,0}^{41}$; $As_{2,0}^{88}$; $P_{1,8}^{132}$; $Zr_{1,6}^{86}$; $Y_{1,5}^{96}$.

Выводы

1. В пределах покровно-складчатых областей на территориях минерагенических зон и рудных районов предлагается выделять площади разной (до 10 классов) сложности геолого-геохимических условий оценки минерагенического потенциала.

2. Представляется, что существующий ныне простой вариант схемы геохимического опробования (1 точка на 1 см², отвечающий 100 км² при масштабе работ 1:1 000 000, и 1 точка на 4 км² при

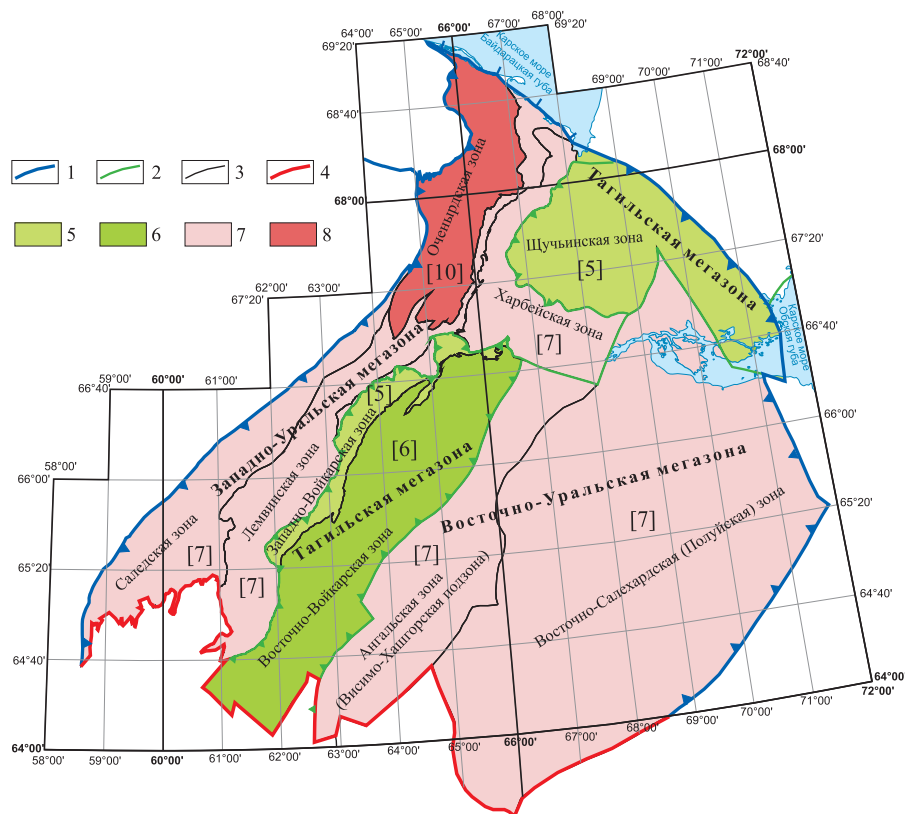


Рис. 2. Схема распределения на Полярном Урале единиц высокой и умеренной сложности геологических условий оценки минерагенического потенциала в пределах объектов территориального уровня (площадь $n \cdot 10^4$ км²) — тектоническая (минерагеническая) зона; границы минерагенических таксонов: 1 — трансрегионального уровня, 2 — регионального уровня, 3 — территориального уровня; 4 — южная граница Полярного Урала; классы геологической сложности: 5 — пятый, 6 — шестой, 7 — седьмой, 8 — десятый

масштабе 1:200 000) должен быть заменен на более сложный — дифференцированный по классам сложности геолого-геохимических условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Г.С., Гушин А.В., Межеловский Н.В. и др. Два типа редкометалльного оруденения на территории России: геодинамические модели формирования. // Разведка и охрана недр. — 2012. — № 2. — С. 38 — 43.
2. Гусев Г.С., Гушин А.В., Сироткина О.Н. Подходы к оценке минерагенического потенциала по геохимическим данным в особо сложных геологических условиях покровно-складчатых областей / Интерпретация и оценка разноранговых рудогенных геохимических аномалий в сложных ландшафтно-геологических условиях: Матер. VI Всерос. н.-пр. конф. по прикладной геохимии. — М.: ИМГРЭ, 2013.
3. Гушин А.В., Гусев Г.С. Геохимические особенности магматических пород и металлогеническая характеристика геодинамических обстановок / Геохимическая и металлогеническая специализация структурно-вещественных комплексов. — М.: МПР РФ, ИМГРЭ, ГЕОКАРТ, РосGeo, 1999.
4. Гушин А.В., Гусев Г.С., Межеловский Н.В. и др. Редкометалльные рудные формации: распространенность и геодинамическая принадлежность // Разведка и охрана недр. — 2011. — № 6. — С. 55 — 61.
5. Коптев-Дворников В.С., Руб М. Г. О геохимической и металлогенической специализации магматических комплексов. — М., 1964.
6. Минерагенический потенциал недр России. Вып. 2. Т. 1. Уральская покровно-складчатая область / Г.С. Гусев, А.А. Головин, А.В. Гушин и др. / Отв. ред. Н.В. Межеловский. — М.: ГЕОКАРТ, ГЕОС, 2013.
7. Схема металлогенического районирования территории России. Масштаб 1:5 000 000. / Г.С. Гусев (отв. исп.). Гл. ред. Н.В. Межеловский. — М.: МПР РФ, ИМГРЭ, ГЕОКАРТ, 2001.
8. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. — М., 1977.
9. Фридовский В.Ю. Структуры золоторудных полей и месторождений Яно-Колымского рудного пояса / Металлогения рядов коллизионных геодинамических обстановок. Т. 1. — М.: ГЕОС, 2002.

УДК 550.4:519.24+668

© Загубный Д.Г., Верховская Л.А., 2013

Загубный Д.Г., Верховская Л.А. (ФГУП «ИМГРЭ»)

ПРОГРАММНЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ПО ДАННЫМ ПЛОЩАДНОГО ОПРОБОВАНИЯ

Рассматриваются основные алгоритмы обработки данных геохимического опробования, реализованные в авторской программе «Lineament». Предлагается алгоритм прогнозных построений, основанный на автоматическом анализе моноэлементных и комплексных геохимических полей и данных о положении месторождений и проявлений. Ключевые слова: программирование, аномалии, геохимическое опробование, прогнозное построение.

This paper examines the main data processing algorithms geochemical implemented in the author's program «Lineament». We propose an algorithm constructs forecast is based on automatic analysis of mono and complex elements geochemical fields and data on the location of deposits and occurrences. Key words: programming, anomalies, geochemical sampling, prognosis models.

Площадное геохимическое опробование для целей выявления новых месторождений полезных ископаемых представляется наиболее целесообразным и объективно наиболее достоверным, так как направленно

непосредственно на изучение химического состава пород и продуктов их разрушения. Полученные данные опробования нуждаются в статистической математической обработке, алгоритмы которой весьма разнообразны, неоднократно и подробно описаны [1,2]. В статье рассматривается ряд алгоритмов обработки геохимических данных, реализованных в авторской программе «Lineament»[4].

Получаемые после анализов и набивки таблицы содержаний элементов, как правило, нуждаются в проверке, коррекции и предварительной обработке. Для этих целей в программу встроены блок статистических расчетов. Предусмотрена возможность построения таблицы статистики в отдельном окне для всех или для выделенных колонок содержаний элементов. Данные статистики по отдельной колонке можно просматривать и в основном окне программы (рис. 2, левая нижняя часть) по щелчку мыши на ней. При проверке, в первую очередь, необходимо избавиться от всех нецифровых значений и незаполненных полей, число которых приводится в окне статистики. Пробы с ошибками набивки и незаполненными полями должны быть либо исправлены, либо удалены из дальнейших расчетов. Иногда допускается замена значений этих полей на среднее, медианное или модальное по элементу. Для анализа корректности данных следует использовать гистограмму распределения значений. По ее форме легко диагностируются ошибочные данные. Обычно мы наблюдаем экспоненциальное, реже нормальное (логнормальное) распределение. Гистограммы, имеющие более одного пика, скорее всего, связаны с обработкой проб в разных лабораториях или в разное время. В случае, если почти все значения сосредоточены в одном интервале и имеется только одно очень большое или очень маленькое значение, вероятнее всего, можно подозревать ошибку в набивке. Для удобства на гистограмме имеется ползунок, позволяющий оценить значение и количество проб справа и слева от него. Он помогает выявить отдельные ошибочные экстремально высокие или низкие значения. Данные, полученные из разных лабораторий или в разное время, следует либо обрабатывать отдельно, либо предварительно нормировать. Также рекомендуется нормировать данные в случае, если значения содержаний по разным элементам отличаются на порядки. В программу встроены специальный блок вычислений, позволяющий оперативно выполнять подобные и другие статистические расчеты. Стоит также обратить внимание на количество аномальных значений по элементу. В случае если почти все значения содержаний для элемента равны, лучше удалить данные по этому элементу из дальнейших расчетов. Все описанные выше процедуры выявления ошибок и редактирования данных могут быть оперативно реализованы в описываемой программе.

Проверенные и подготовленные данные могут использоваться для расчета значений новых комплексных полей. Одним из наиболее простых разработанных автором алгоритмов обработки является алгоритм пространственной корреляции по совпадению аномальных значений различных элементов в пробах (рис. 1). Поль-