

рудообразовании магматического флюида [8]. В рудах месторождения Эскондида выявлены заметная положительная аномалия европия и слабо отрицательная церия, что типично для восстановленных магматогенных флюидов [7, 8, 9, 11 и др.]. На восстановленный характер рудообразующих флюидов указывают также значения отношений $(La/Yb)_N$, U/Th , Y/Ho , $(La/Sm)_N$ $(Gd/Yb)_N$ (табл. 2) [8, 11]. Рис. 4 показывает явное отличие поведения РЗЭ в рудах месторождения Эскондида от руд месторождений золота, связанных с интрузивами гранитоидов Яно-Колымского орогенного складчатого пояса и Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. По геохимическим особенностям минерализацию этих месторождений, по-видимому, можно отнести к так называемым «непорфировым» рудам медно-порфировых месторождений [4].

Заключение

Рассмотренные в статье месторождения — типичные объекты для старательской добычи с небольшими мощностями рудных интервалов (от первых десятков сантиметров до 1 м), прерывистым и гнездовым распределением руды, неравномерными содержаниями золота, что с одной стороны предусматривает ручную разработку и обогащение руды, а с другой — оперативное определение наличия золота. Последнее обеспечивается дроблением и перетиранием небольшого объема (несколько грамм) рудного материала, его промывку и визуальное количественное определение знаков золота. Добытая и подготовленная руда сдается на специализированные фабрики. Такие мелкие объекты не представляют интереса для крупных и средних золотодобывающих компаний, но выгодны старателям-одиночкам и семейным артелям, добывающим в год от нескольких сотен грамм до первых килограммов металла, что в масштабах страны, учитывая очень большое число таких компаний, составляет заметный ежегодный прирост объемов добычи (до 2 %). Следовательно, развитие такого малого бизнеса в нашей стране, учитывая огромное количество мелких месторождений золота, могло дать дополнительно от 5 до 10 т золота в год.

В результате проведенных исследований установлено, что для мелких золоторудных объектов рудного поля Япин в Чили характерны: прожилково-вкрапленные малосульфидные руды (Эскондида), прожилково-вкрапленные от малосульфидных до сульфидных руды (Сан-Альберто) и жильно-прожилковые малосульфидные руды (Восточная зона).

Геохимические особенности руд в целом указывают на магматогенную модель формирования мелких месторождений золота рудного поля Япин и свидетельствуют об их возможной принадлежности к медно-порфировой рудообразующей системе, что вполне соответствует положению района на активной окраине Южно-Американского континента, с интенсивной магматической деятельностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 14–17–00170).

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, А.В. Крупнотоннажные месторождения золота / А.В. Волков, А.А. Сидоров // Вестник РАН. — 2012. — Т. 82. — № 11. — С. 992–998.

2. Волков, А.В. Золото Южной Америки. Состояние и перспективы золотодобычи / А.В. Волков // Золото и технологии. — 2012. — № 3. — С. 60–48.
3. Гибшер, Н.А. Золоторудное месторождение Герфед: характеристика флюидов и РТ-условия образования кварцевых жил (Енисейский край, Россия) / Н.А. Гибшер., А.А. Томиленко, А.М. Сазонов и др. // Геология и геофизика. — 2011. — 52(11). — С. 1851–1867.
4. Сидоров, А.А. О соотношении порфировых месторождений с их жильными сателлитами / А.А. Сидоров, И.Н. Томсон, Н.Е. Савва и др. // ДАН. — 2006. — Т. 409. — № 4. — С. 504–509.
5. Тейлор, С.Р. Континентальная кора: ее состав и эволюция / С.Р. Тейлор, С.М. Мак-Леннан. — М.: Мир, 1988. — 384 с.
6. Anuario de estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1995–2014. Comisión Chilena del Cobre. — Santiago, Chile: Cochilco, 2015. — 166 p.
7. Huang, Y. Geochemistry and metallogenetic age of Sishanlinchang gold-silver deposit in Jidong of Heilongjiang / Y. Huang, J. Liu, Ch. Gao // Global Geology. — 2011. — 14(1). — P. 29–43.
8. Kun, L. Trace element and REE geochemistry of the Zhewang gold deposit, southeastern Guizhou Province, China / L. Kun, Y. Ruidong, Ch. Wenyong et al // Chin. J. Geochem. — 2014. — V. 33. — P. 109–118.
9. Liu, C. Geochemical characteristics of rare earth elements and their implications for the Huachanggou gold deposit in Shaanxi Province / C. Liu, J. Liu, J. Wang et al // China. J. Rare Earth. — 2013. — V. 31. — P. 215–226.
10. Mineral commodity summary 2013 / U.S. Geological Survey. — Reston: Virginia, 2015. — 198 p.
11. Monecke, T. Genetic significance of the trace element content in metamorphic and hydrothermal quartz: a reconnaissance study / T. Monecke, U. Kempe, J. Gotze // Earth Planet. Sci. Lett. — 2002. — P. 709–724.
12. Rivano, S.G. Hoja Illapel. Region de Coquimbo / S.G. Rivano, P.H. Sepulveda // Carta Geologica de Chile. № 69. Escala 1:250 000. Santiago, Chile: Servicio Nacional de Geología y Minería, 1991. — 134 p.

© Коллектив авторов, 2016

Савчук Юрий Степанович // yurasavchuk@yandex.ru
Волков Александр Владимирович // alexandr@igem.ru
Мурашов Константин Юрьевич // costik_mur@yandex.ru
Аристов Василий Васильевич // rstvww@yandex.ru

УДК 550.84.0

Силин И.И., Фузайлова Г.М. (ФГУП «ИМГРЭ»)

КАРТИРОВОЧНАЯ И ПОИСКОВАЯ ГЕОХИМИЯ: РАЗЛИЧИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ И МЕТОДОВ РАБОТ

Анализируются причины низкой поисковой эффективности опережающих геохимических съемок среднего масштаба. Предложено различать целевые задачи и методы геохимического картирования и геохимических поисков. Показана необходимость проведения коммерческих геохимических поисков среднего масштаба на территории рудных узлов, выявленных при ГК-200. Ключевые слова: геохимическое картирование, геохимические поиски, прогнозные ресурсы.

Silin I.I., Fuzaylova G.M. (IMGRE)

STRUCTURE TEST WELL AND SEARCH GEOCHEMISTRY: DIFFERENCES IN TARGETS AND METHODS OF WORK

The reasons are analyzed low search efficiency leading geochemical surveys midrange. It was suggested to distinguish between targets and methods of geochemical mapping and geochemical exploration. It is shown that there is a need for commercial geochemical exploration in the territory of medium-sized clusters identified in the CC-200. Keywords: geochemical mapping, geochemical prospecting, inferred resources.

На геохимических конференциях последнего десятилетия руководство Роснедр акцентировало внимание геохимиков на заметное снижение эффективности при-

кладной геохимии. Анализ методических причин понижения результативности геохимических поисков показал следующее. По мере исчерпания фонда легко открываемых месторождений в пределах ранее известных рудных районов мелко-среднемасштабная прикладная геохимия была переориентирована на опережающие геохимические съемки, в задачу которых вошла подготовка геохимической основы ГК-1000 и ГК-200, состоящей из комплекта карт, имеющих к прямым поискам косвенное отношение. Эти карты — ландшафтов, геохимической специализации геологических комплексов, геохимического районирования территории, эколого-геохимические и др. — призваны обеспечить рациональное планирование поисковых работ на основе металлогенических построений по материалам ГК-200. Основным постулатом регионального прогнозирования является утверждение, что сходные по составу и строению геологические формации, а также их геохимические ассоциации обладают близкой потенциальной рудоносностью. Иными словами, реализуется принцип «от среды к руде», в отличие от основного принципа локального прогнозирования — «ищи руду около руды». Практика последних десятилетий показала, что при любом масштабе исследований важны оба принципа, активно дополняющие друг друга.

Содержание наиболее полной типовой модели рудообразования разработано Л.Н. Овчинниковым [5]. Модель включает следующие факторы и параметры: глубинность зарождения геологического процесса, порождающего рудообразование; тип геодинамического процесса; источник рудного вещества; источник рудообразующего процесса; источник энергии рудного процесса, рудообразующий раствор; среда отложения; механизм отложения; зональность; взаимодействие с вмещающими породами; термодинамическая обстановка рудоотложения. Металлогенические модели ГК-200 опираются, в первую очередь, на геохимическую специализацию геодинамических комплексов, установленную в процессе мелкомасштабного геологического картирования, и рудно-формационный анализ территории по эталонам изученных рудных районов [6]. Региональный характер прогнозной оценки предполагает в качестве эталонных объектов выбор рудоносных зон, районов, узлов, а не отдельных месторождений, как это принято при локальном прогнозировании. Но если такие сведения отсутствуют, возникает необходимость введения понятия «потенциальные» РУ, РП и др. Апофеозом такого подхода к поискам месторождений стало положение о том, что ресурсы категории P_3 определяются главным образом методом аналогии (см. Приказ МПР РФ от 11.12.2006 № 278) — «Количественная оценка ресурсов этой категории производится для площадных объектов по предположительным параметрам на основе аналогии с более изученными районами, площадями, бассейнами, где имеются разведанные месторождения того же генетического и геолого-промышленного типов. Для оценки ресурсов категории P_3 прямые экономические расчеты, как правило, не применяются».

Практическая реализация этого приказа требует высокой квалификации и обширных знаний региональной металлогении, чем геохимические партии не распо-

лагают. Особенно ярко это проявилось при геохимическом картировании новых территорий. В производственных отчетах геохимических партий новые АГХП чисто умозрительно сравниваются с месторождениями Кууроко (Япония), Карлин (США) и др. Естественно, в этих сравнениях отсутствуют какие-либо сведения о геохимических полях, вмещающих эти месторождения. Поэтому реальной основой технологии геохимического прогноза ресурсов категории P_3 остается § 22 Инструкции-83 [3, с. 47], где сказано, что «... на подстадии «Региональная геологическая съемка масштаба 1:200000 с составлением региональных площадных карт», а также при геологическом доизучении ранее закартированных в масштабе 1:200000 площадей применение геохимических методов... должно иметь основными целями **расшифровку геологического строения территории и осуществление сопутствующих съемке поисковых работ**... На основе параметров, выявленных на данной подстадии геохимических аномалий с учетом результатов других видов геологоразведочных работ, обязательной является количественная оценка прогнозных ресурсов категории P_3 как ресурсов потенциально перспективных площадей районов и рудных полей... Подсчет прогнозных ресурсов категории P_3 производится согласно указаниям и по формулам § 211 настоящей инструкции». Аналогичные Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:200 000 предъявляются в работе [13, п.3.4.3.11], где сказано, что оценка прогнозных ресурсов производится по категории P_3 (рудный район) или P_2 (рудный узел, поле). Таким образом, возникает несоответствие между качественным (геохимическое картирование) и количественным (поиски) прогнозом.

Корректировка целевого поискового назначения геохимических работ масштаба 1:200 000 сопровождалась изменением структуры работ и затрат. Согласно работе [2, п. 2.1.16], «... *вместо ранее принятой плотности площадного геохимического опробования 2,5 точки на 1 км²* [3] *допустима плотность 0,25 точки на 1 км²*», что в 10 раз понизило поисковые возможности геохимических съемок. Наверное, для целей картирования территории этого достаточно, так как изучается в основном геологический каркас, в котором локализуются рудное вещество. Но при поисках только рудное тело (РТ) является конечным объектом изысканий, все остальные рудоносные структуры месторождения (РМ), рудные поля (РП), рудные узлы (РУ), рудные районы (РР) рассматриваются как совокупность промежуточных коллекторов рудного вещества. При этом доля искомого РТ в геологических структурах более ранних рангов теоретически последовательно уменьшается кратно 10 (табл. 1).

Нами изучено распределение аномальных геохимических проб в АГХП разных рангов регионального геохимического поля листов О-49, О-50, N-49, общей площадью 0,5 млн. км² (5000 проб коренных пород, отобранных по сети 10х10 км). Определение границ АГХП разных рангов произведено в долях РМ, так как чувствительность анализа проб методом ПКСА в случае нормирования по РТ ($K_{cp} \geq 0,0001$) оказалась недостаточной для выделения АГХП большинства элементов (табл. 1). Статистика распределения аномальных проб

Таблица 1
Идеальное соотношение содержания и площади рудного тела в структурах разного ранга (в долях рудного тела)

Ранг АГХП	РТ	РМ	РП	РУ	РР
S , км ²	0,1	1	10	100	1000
S' , в долях РТ	1	10	100	1000	10000
$K_{ср}$, в долях РТ	1	0,1	0,01	0,001	0,0001

Примечание: $K_{ср}$ — содержание элемента в долях его промышленного содержания. S' — площадь АГХП, в долях РТ.

Таблица 2
Распределение аномальных проб и аномальных элементов в региональном геохимическом поле

Ранг АГХП (в границах $K_{ср}$ ранга)	Число аномальных проб в ранге	Число аномальных элементов в ранге		K_a	$\Sigma K_{ср}$
		в 1 пробе	всего		
РР(0,001)	4842	8,1	39000	0,97	500
РУ(0,01)	4235	3,2	13743	0,86	347
РП(0,1)	115	1,04	120	0,02	160
РМ(1)	12	1	12	0,002	133

Примечание: $K_a = 0,1 K_{ср}$.

в выборке и аномальных элементов в пробах приведена в табл. 2.

Анализ табл. 2 показывает, что в АГХП ранга РР и РУ число аномальных проб обусловлено в основном количеством аномальных элементов в пробах, а не их концентрацией. Это определяет величину коэффициента аномальности (K_a) и условной продуктивности ($\Sigma K_{ср}$) АГХП, отражая в целом картину региональной активизации территории, а не ее промышленной рудоносности. По результатам геохимического опробования с плотностью одна проба на 100 км² металлогенический потенциал этой территории можно представить как 132 (20 + 12) месторождения разных рудно-формационных типов (см. нижние строчки табл. 2), каждое из которых выделено по одной аномальной пробе в виде АГХП ранга РП (РМ). Поэтому геохимические поиски среднего масштаба должны быть направлены на обоснованное выделение потенциальных РП и РМ на территории перспективных РР (РУ), подготовленных по данным ГК-1000, ГК-200. В табл. 3 показано, что нормативная поисковая плотность опробования достаточна для выделения АГХП очередного ранга десятью аномальными пробами. Однако при сравнении ее с табл. 1 видно, что вероятность попадания аномальных проб в ореол рудного тела в пределах этих АГХП фактически всегда на порядок ниже необходимой.

При создании поисковых интерпретационных геохимических моделей разного иерархического ранга решается несколько методически связанных задач, получение ответов на которые является обязательным компонентом процедуры вычисления прогнозных ресурсов: 1) выделение АГХП, 2) определение структу-

ры геохимического поля, 3) выявление в общей структуре геохимического поля АГХП различных иерархических рангов и установление их связи с геологическими комплексами и структурами, 4) определение рудно-формационной принадлежности АГХП, 5) оценка уровня эрозионного среза, 6) количественная оценка прогнозных ресурсов промышленных руд. При этом основные операторы прогноза связаны с геостатистическим анализом аналитических баз данных. Однако выполнимость большей части этих требований при среднемасштабном геохимическом картировании сомнительна, так как концентрации рудных элементов в аномалиях ранга РУ, РР соответственно в 100–1000 раз ниже промышленного, что не позволяет уверенно отнести аномалию к рудогенной. Низкая информативность результатов анализа проб происходит не только за счет разубоживания содержания элементов во вторичных ореолах и потоках рассеяния, но и за счет попадания пробы в поля метасоматически измененных пород, в аллювий с присутствием аллохтонного рудного материала, в кору выветривания, в поля рассеянной минерализации гидротермально измененных пород и др. Определить достоверно природу АГХП ранга РУ, РР и другие его параметры сложно, если на площади аномалии отсутствуют известные рудные объекты или визуальные находки руд. АГХП имеют, как правило, смешанный элементный состав, обусловленный наличием нескольких рудоносных формаций. В результате неоднозначного подхода к оценкам прогнозных ресурсов низких категорий при редкой регулярной сети опробования и очевидной сложности интерпретации АГХП вся прогнозно-поисковая составляющая геохимических съемок свелась к формальным процедурам обычного статистического определения фона, спектра аномальных элементов и надфоновой продуктивности, на основании которых и вычисляются прогнозные ресурсы. Опыт показывает, что все операции геохимического прогнозирования в приложении к мелко-среднемасштабным и (региональным) геохимическим полям выполняются неадекватно реальности, так как случайные величины, используемые в обычной статистике, не отражают переменный пространственный характер полиранговой структуры геохимического поля [7–10].

Таблица 3
Структура плотности литохимического опробования, необходимая для выделения АГХП смежного ранга

Ранг АГХП	РТ	РМ	РП	РУ	РР
Площадь, км ² , S	0,1	1	10	100	1000
Общее число проб на 1 км ² , N	10000	1000	100	10	1
Число аномальных проб на 1 км ² , N'	1000	100	10	1	0,1
Число аномальных проб в выделяемых АГХП следующего ранга, n	1000	10	10	10	10
Среда опробования	Коренные породы, керн	Коренные породы, почвы	Почвы, коренные породы	Почвы, потоки рассеяния	Потоки рассеяния
Масштаб поисков	Детальный	1:5 000	1:25 000	1:100 000	1:200 000

К тому же при сети 1 проба на 4 км² применение критерия Колмогорова проблематично по причине неопределенности корреляции аномальных проб. К прямому завышению ресурсов АГХП приводит также игнорирование коэффициента промышленной рудоносности, так как методика подсчета по надфоновой продуктивности включает в рудную площадь пространство между фоном и нижним порогом аномального содержания: $P_x = S_x (C_x - C_{\phi})$ [3, § 184]. При этом в подсчет ресурсов автоматически включается огромная площадь неаномальных (пустых) пород с содержанием рудного элемента выше фона, но ниже аномального содержания. Никакого отношения к *промышленным ресурсам* такой подсчет не имеет. Поэтому при плотности геохимического картирования 1 проба на 4 км² постоянно возникают неопределенности. Например, для попадания двух аномальных проб (95 % вероятность), по Шурыгину [12], площадь рудного ореола должна быть ($S = \Delta S * 6,64$) не менее 27 км², что соответствует рангу небольшого РУ или крупного РП (табл. 1). Для идентификации ранга и вычисления параметров АГХП двух проб совершенно недостаточно. Принадлежность аномальных проб рудному полю достоверно можно определить по существенно большей выборке проб методами геостатистики [10]. При этом используется кригинг (крайгинг), учитывающий не только число аномальных проб, выраженное в долях АГХП (K_{sp}), но и содержание в них рудного элемента, выраженное в долях промышленной концентрации (K_{cp}). Только благоприятное сочетание этих параметров совместно со структурно-формационным анализом территории дают основание для оптимистического прогноза. На практике соотношение коэффициентов концентрации и рудоносности вычисляется по функции связи в конкретной выборке геохимических проб [8].

Практика подтверждает, что каждое рудное месторождение содержит блоки пустых пород, объем которых учитывается с помощью коэффициента рудоносности. В зависимости от сложности геологического строения месторождения соотношение руды и пустых пород изменяется от 0,1 до 0,9 [4]. Расчетная вероятность попадания двух геохимических проб в рудный ореол малого месторождения при геохимической съемке составит порядка 2 %, крупного — 20 %, т.е. незначимую величину. Точно также блоки пустых пород содержатся на площади любых рудоносных структур, причем относительный объем пустых по-

род возрастает в направлении рудных полей, узлов и т.д. При этом численные значения коэффициента рудоносности в объеме этих структур понижаются до сотых и до тысячных долей единицы. Поэтому фактическая плотность геохимического опробования, необходимая для выявления рудоносных объектов, должна быть значительно выше статистической, необходимой для выделения АГХП следующего ранга, учитывающей только соотношение размеров рудоносного объекта и площади влияния геохимической пробы. Для расчета вероятности попадания двух рудных проб в искомый объект ($\Pi^{(2)}$) в известную формулу А.М. Шурыгина [12, с. 104] следует ввести поправку на коэффициент рудоносности (K_{sp}) АГХП соответствующего ранга:

$$\Pi^{(2)} = 1 - e^{-S \cdot K_{sp} / \delta S}$$

Существующая практика оперативной заверки и оценки геохимических аномалий, выявленных при геохимической съемке среднего масштаба, предполагает вскрытие рудного тела в пределах высококонтрастной аномалии горными выработками, опережая стадию поисков по вторичным ореолам рассеяния. В случае удачи достоверно устанавливаются два важных параметра: геолого-промышленный тип и степень концентрации рудного вещества. Но для правильной оценки прогнозных ресурсов выявленного рудопроявления по его выходу на поверхность этого недостаточно. Необходимо определить другие параметры рудоносной структуры (длину, ширину, мощность, коэффициент рудоносности, геохимическую зональность, уровень эрозионного среза и др.). Для примера приводим фрагмент табл. 4,

Таблица 4

Фрагмент. Параметры условного среднестатистического месторождения Mo, Cu, W, Bi, Sn, Pb, Zn, Li, Cr, Mn, Ti, V, Co, Ni, P, Be, Nb, Au, Ag, Tr (составлена по данным С.В. Соколова [11])

Элемент	$\frac{C_p^{\min} - C_p^{\max}}{C_p}$	$\frac{Q_m^{\min} - Q_m^{\max}}{Q_m}$	$\frac{Q_c^{\min} - Q_c^{\max}}{Q_c}$	$\frac{Q_k^{\min} - Q_k^{\max}}{Q_k}$	$Q_{\min}$	$P_{\text{пр}}^3 \text{ (M}^2\text{/\%)} \text{ (для } Q_c)$	$H^3 \text{ (M)} \text{ (для } Q_c)$
W	$\frac{0,3-0,5}{1}$	$\frac{0,8-8}{2,5}$	$\frac{8,0-80}{25}$	$\frac{80-800}{250}$	0,8	1300	600
Mo	$\frac{0,06-0,5}{0,2}$	$\frac{1,0-10}{3}$	$\frac{10-100}{30}$	$\frac{100-1000}{300}$	1	4000	300
Sn	$\frac{0,4-1,5}{0,5}$	$\frac{0,5-5}{2}$	$\frac{5,0-50}{15}$	$\frac{50-500}{150}$	0,5	2000	300
Bi	$\frac{0,1-1}{0,2}$	$\frac{0,2-1}{0,5}$	$\frac{1,0-10}{3}$	$\frac{10-100}{30}$	0,2	400	300
Cu	$\frac{0,2-6}{0,8}$	$\frac{10-100}{30}$	$\frac{100-1000}{300}$	$\frac{1000-10000}{3000}$	10	40000,0	300
Li	$\frac{0,2-0,7}{0,4}$	$\frac{10,0-25}{15}$	$\frac{25-150}{60}$	$\frac{150-600}{300}$	10	8000	300
Nb	$\frac{0,3-1,0}{0,6}$	$\frac{2,0-35}{15}$	$\frac{35-210}{90}$	$\frac{210-14000}{500}$	7	7200	500
Pb+Zn	$\frac{2,0-10}{5}$	$\frac{60-600}{200}$	$\frac{600-6000}{2000}$	$\frac{6000-60000}{20000}$	60	160000	500

1 — элементы, запасы которых традиционно приводятся в оксидной форме; в графах 3–6 они пересчитаны на элементарную форму; 2 — Au, Ag в тоннах, остальные — тыс. тонн; 3 — числитель — интервал рудных содержаний, знаменатель — среднерудное содержание (Au, Ag — в г/т, остальные — в %); Q_m , Q_c , Q_k — средние запасы, соответственно, мелких, средних и крупных месторождений; $Q_{\min}$ — минимально-промышленные запасы.

заимствованный из работы Соколова С.В. [11], в которой приведены параметры реальных промышленных месторождений Дальнего Востока. По этим данным нами вычислены размеры выходов на дневную поверхность крутопадающих рудных тел и другие параметры этих месторождений (табл. 5).

В табл. 5. видно, что площадь выхода на поверхность крутопадающих рудных тел с промышленным содержанием составляет всего несколько квадратных метров, максимум — до десятков метров. Попасть канавой в покрытое делювием рудное тело — большая удача, поэтому чаще всего вскрывается первичный ореол, без грамотной интерпретации параметров которого оценить ранг и масштаб рудоносной структуры невозможно. Очевидно, что пренебрежение стратегией «последовательных приближений», заложенной в модели поисково-разведочных работ, может стать причиной пропуска месторождения, так как в случае неудачи с оперативной заверкой контрастной аномалии отрицательный прогноз обычно распространяется на всю рудоносную структуру.

Таким образом, при планировании геохимических работ среднего масштаба необходимо помнить, что целевое назначение картировочной и поисковой геохимии различно, поэтому методы их выполнения отличаются.

Картировочная геохимия ориентирована на выполнение специальных задач по наполнению геохимической основы ГК-200 признаками рудной специализации геологических формаций («от среды к руде»). Целевые задачи и основные требования к проведению геохимических съемок картировочного назначения изложены в работе [13]. Геохимическое опробование, как правило, производится по регулярной прямоугольной сети. Характеристика геологических и рудных формаций опирается в основном на планетарные и региональные параметры распределения элементов. Выделяемые при этом масштабе работ аномальные геохимические поля имеют в основном картировочное значение. Они характеризуют

преимущественно материнские геологические формации с повышенным металлогеническим потенциалом. Металлогенический потенциал и прогнозные ресурсы определяются качественно по аналогии с известными рудными районами. По времени исполнения картировочная геохимическая съемка должна опережать поисковую, создавать объективную основу для определения видов и параметров поисков среднего масштаба.

Поисковая геохимия, наоборот, нацелена исключительно на выявление рудных объектов соответствующего ранга, т.е. на прямые поиски руд («ищи руду около руды»). Геохимическое опробование производится на АГХП разного размера в масштабе, соответствующем рангу рудоносной структуры. Основные требования к проведению геохимических поисков изложены в Ин-

Таблица 5
Фрагмент модели условных среднестатистических месторождений Дальнего Востока
Mo, Cu, W, Sn, Pb, Zn, Li, Cr, Mn, Ti, V, Co, Ni, P, Be, Nb, Au, Ag, Tr (составлена по данным С.В. Соколова [11])

Элементы	Параметры подсчета ресурсов	Месторождения			H (м)	Модель эталонная	R ²
		Мелкие	Средние	Крупные			
W	Cp, кг/т	3	10	25		$Cp = 2 Q^{0,4}$	0,99
	Q, тыс. т	2,5	25	250	$H_{\text{мелк}} = 300$	$Q = 0,2Cp^{2,2}$	0,99
	Vp, м ³	309	926	3704	$H_{\text{ср}} = 600$	$Vp = 79Cp^{1,2}$	0,98
	Sp, м²	1	1,5	3,7	$H_{\text{кр}} = 1000$	$Sp = 0,8e^{0,06Cp}$	1
Mo	Cp, кг/т	0,6	2	5		$Cp = 0,4Q^{0,5}$	0,99
	Q, тыс. т	3	30	300	$H_{\text{мелк}} = 100$	$Q = 8,3Cp^{2,2}$	0,99
	Vp, м ³	1852	5556	22222	$H_{\text{ср}} = 200$	$Vp = 3061Cp^{1,2}$	0,98
	Sp, м²	18,5	27,8	44,4	$H_{\text{кр}} = 500$	$Sp = 22Cp^{0,4}$	0,99
Sn	Cp, кг/т	4	5	15		$Cp = 0,07Q + 3,9$	1
	Q, тыс. т	2	15	150	$H_{\text{мелк}} = 100$	$Q = 13,5Cp - 52$	1
	Vp, м ³	185	1111	3703	$H_{\text{ср}} = 300$	$Vp = 2565\ln Cp - 3210$	0,99
	Sp, м²	1,8	3,7	7,4	$H_{\text{кр}} = 500$	$Sp = 4\ln Cp - 3,2$	0,97
Bi	Cp, кг/т	1	2	10		$Cp = 0,3QCr + 1$	1
	Q, тыс. т	0,5	3	30	$H_{\text{мелк}} = 150$	$Q = 3,3Cp - 3,2$	1
	Vp, м ³	185	555	1111	$H_{\text{ср}} = 300$	$Vp = 392\ln Cp + 225$	0,99
	Sp, м²	1,2	1,8	2,2	$H_{\text{кр}} = 500$	$Sp = 0,4\ln Cp + 1$	0,89
Cu	C, кг/т	2	8	30		$Cp = 0,3Q^{0,6}$	1
	Q, тыс. т	30	300	3000	$H_{\text{мелк}} = 200$	$Q = 9Cp^{1,7}$	1
	Vp, м ³	5555	13889	37037	$H_{\text{ср}} = 300$	$Vp = 3358Cp^{0,7}$	0,99
	Sp, м²	27,8	46,3	92,6	$H_{\text{кр}} = 400$	$Sp = 19,8Cp^{0,4}$	0,99
Li	C, кг/т	2	4	7		$Cp = 0,7Q^{0,4}$	0,99
	Q, тыс. т	15	60	300	$H_{\text{мелк}} = 200$	$Q = 0,7Cp^{2,4}$	0,99
	Vp, м ³	2778	5556	15873	$H_{\text{ср}} = 300$	$Vp = 988Cp^{1,4}$	0,99
	Sp, м²	13,9	18,5	26,4	$H_{\text{кр}} = 600$	$Sp = 9,6Cp^{0,5}$	0,98
Nb	C, кг/т	3	5	10		$Cp = 1,1Q^{0,3}$	0,99
	Q, тыс. т	15	90	500	$H_{\text{мелк}} = 200$	$Q = 0,7Cp^2$	0,99
	Vp, м ³	1852	6667	18518	$H_{\text{ср}} = 500$	$Vp = 262Cp^{1,9}$	0,98
	Sp, м²	9,3	13,3	23,1	$H_{\text{кр}} = 800$	$Sp = 4Cp^{0,8}$	0,99
Pb+Zn	C, кг/т	20	50	100		$Cp = 3,3Q^{0,3}$	0,99
	Q, тыс. т	200	2000	20000	$H_{\text{мелк}} = 200$	$Q = 0,04Cp^{2,8}$	0,99
	Vp, м ³	3704	14815	74074	$H_{\text{ср}} = 500$	$Vp = 13,5Cp^{1,8}$	0,99
	Sp, м²	18,5	29,6	74,1	$H_{\text{кр}} = 1000$	$Sp = 12,8e^{0,02}$	0,99

Примечание: Cp — содержание в руде; Q — запас металла; Vp — объем руды, Sp — площадь выхода рудного тела на поверхность.

струкции-83 [3], которая в целом успешно выдержала испытание временем, хотя ряд ее положений требует корректировки. В целом ряде статей предложены замечания, уточнения и дополнения к действующим нормативным документам, особенно в отношении методов прогноза минеральных ресурсов [1, 7 и др.]. По нашему мнению, недостаток действующих инструкций еще и в том, что они не учитывают современный рыночный характер ГРП. Параметры поисковых объектов в отличие от картировочных должны опираться не на кларки, фермы или геофоны элементов, а на оценочные рыночные показатели. Необходимо конкретизировать само понятие «рудная аномалия» как объекта с прогнозными *промышленными* ресурсами низких категорий.

Поисковая сеть в отличие от картировочной должна учитывать условия применимости тех или иных методов геохимического опробования, геолого-промышленный тип прогнозируемого оруденения, ориентировку потенциальных рудоносных структур, плотность опробования, необходимую для выявления рудных объектов, и др. Практика показала, что совмещение задач картировочных и поисковых видов геохимических съемок неэффективно.

Обобщая вышесказанное, необходимо, на наш взгляд, отметить следующее.

1. Одной из причин снижения эффективности поисковых работ является ошибочная стратегия геохимических работ, совместившая среднемасштабные поиски с геохимическим картированием. В результате этого площади для постановки поисков масштаба 1:50000—1:10000 оказались недостаточно обоснованными. Для повышения эффективности ГРП все перспективные АГХП, выделенные при ГХО-200 и ГДП-200, должны быть покрыты геохимическими поисками масштаба 1:200 000 — 1:100 000 с плотностью опробования, достаточной для выявления АГХП следующего ранга с учетом вероятного типа прогнозируемых рудных формаций.

2. Другой причиной низкой эффективности поисковых работ является слабо разработанная прогностика минеральных ресурсов по геохимическим данным, практически не учитывающая рыночный характер экономики минерального сырья и, как следствие, завышающая перспективность аномальных объектов. Вследствие этого постановка поисковых работ часто экономически недостаточно обоснована.

3. Третьей причиной является отсутствие обратной связи между проектом поисковых работ и результатами поисков, что не позволяет оценить качество аргументов, использованных для обоснования перспективности объекта, а также выявить возможные технологические ошибки предпроектного прогноза и проектирования. Ретроспективный сравнительный анализ результатов поисковых работ и материалов, положенных в основу проекта, должен завершать каждый этап ГРП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абисалов, Э.Г. О качестве прогнозных оценок ресурсов полезных ископаемых по геохимическим данным / Э.Г. Абисалов // Разведка и охрана недр. — 2010. — № 5. — С. 58–63.
2. Временные требования к организации, проведению и конечным результатам геолого-съемочных работ, завершающихся созданием госгеолкарты-200: 2-е изд. — М.: МПР РФ, 1999. — 160 с.

3. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. — М.: Недра, 1983. — 185 с.
4. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Свинцово-цинковые руды. — М.: ФГУ ГКЗ, 2007.
5. Овчинников, Л.Н. Прогноз рудных месторождений / Л.Н. Овчинников — М.: Недра, 1992.
6. Основы металлогенического анализа при геологическом картировании. Металлогения геодинамических обстановок. — М., 1995. — 468 с.
7. Силин, И.И. Использование коэффициента рудоносности для оценки прогнозных ресурсов по геохимическим данным / И.И. Силин // Разведка и охрана недр. — 2012. — № 2. — С. 61–67.
8. Силин, И.И. Количественная оценка прогнозных ресурсов по геохимическим данным / И.И. Силин // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 6. — С. 15–25.
9. Силин, И.И. Теория и технология вычисления прогнозных ресурсов геохимических аномалий / И.И. Силин // Рациональное освоение недр. — 2015. — № 4. — С. 22–29.
10. Силин, И.И. Геохимический метод прогноза промышленных минеральных ресурсов. Т. 8. — М.: Издательские Технологии.
11. Соколов, С.В. Методика прогноза и оценки ресурсного потенциала рудных полей, узлов и районов по потокам рассеяния на стадиях регионального изучения недр и прогнозно-поисковых работ. Вып. 5. / Прикладная геохимия / С.В. Соколов. — М.: ИМГРЭ, 2004. — С. 5–44.
12. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. — М.: Недра, 1990.
13. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:200 000. / Под ред. Э.К. Буренкова. — М.: ИМГРЭ, 2002. — 92 с.

© Силин И.И., Фузайлова Г.М., 2016

Силин Игорь Иванович
Фузайлова Галина Михайловна // fzf9@mail.ru

УДК 553.611.6.041.004.14 (470.661'662)

Сабитов А.А., Беляев Е.В., Трофимова Ф.А.
(ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»), Курбанов М.М.
(ОАО «Севкавнедра»)

СЕРНОВОДСКИЙ УЧАСТОК — НОВЫЙ ОБЪЕКТ БЕНТОНИТОВОГО СЫРЬЯ НА СЕВЕРНОМ КAVКАЗЕ

*По результатам изучения вещественного состава миоценовых глин Сунженской площади выделен Серноводский участок, перспективный на бентонитовое сырье и включающий 2 пласта — верхнесарматский (северный) и чокракский (южный). В верхнесарматском пласте установлены бентониты, бентонитоподобные и опал-кристобалитовые глины, часть глин относится к полиминеральным. Бентониты и бентонитоподобные глины пригодны для производства буровых и формовочных глинопоорошков, опал-кристобалитовые — адсорбентов. **Ключевые слова:** Серноводский участок, бентониты, бентонитоподобные и опал-кристобалитовые глины, глинопоорошок, буровой, формовочный, адсорбент.*

Sabitov A.A., Belyaev E.V., Trofimova F.A. (TSNIIgeolnerud), Kurbanov M.M. (Sevkavnedra)

SERNOVODSKAYA LAND — NEW ACCOMMODATION BENTONITE RAW MATERIALS IN THE NORTH CAUCASUS

The study of the material composition of Miocene clay Sunzha area was isolated Sernovodskaya site perspective on bentonite raw materials and includes 2 seam — Sarmatsky (north) and Chokrak (south). In Sarmatsky reservoir were installed bentonite, bentonite and opal-cristobalite clay, clay part refers to polymineral. Bentonite clay and bentonite are suitable for the manufacture of