вать на новые находки аналогичных месторождений в метасоматических породах экзоконтактового ореола карбонатитов. С большой долей вероятности можно прогнозировать возможность выявления этого типа оруденения в экзоконтактовой зоне центрального карбонатитового ядра Томторского массива в участках развития в нем соответствующего по рудной специализации типа карбонатитов [5, 10]. В качестве перспективной площади, в частности, может рассматриваться восточный фланг участка Буранный.

В минерагеническом и общепетрологическом плане полученные данные подтверждают важное рудогенерирующие значение фракционирования карбонатитовой системы с обособлением щелочных растворов, несущих существенную фосфатно-редкометалльную рудную нагрузку. Примечательная особенность процесса фракционирования карбонатитовой системы с обособлением апатит-пирохлоровых руд экзоконтактового ореола карбонатитов заключается в том, что эти руды в среднем примерно в 3–5 раз богаче ниобием и фосфором по сравнению с карбонатитами, с которыми они ассоциируют.

Практическое следствие полученных результатов заключается в том, что при проведении поисковых и оценочных работ в карбонатитовых комплексах экзоконтактовым зонам редкометалльных карбонатитов, на которых нередко пытаются экономить, напротив, следует уделять особое внимание. Учитывая специфику геологической позиции, вещественного состава и параметров рудоносности, руды рассмотренного типа в перспективе должны стать объектом самостоятельного оконтуривания и оценки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Азарнова, Л.А.* Клинопирохлор из зоны окисления ниобиевых руд Большетагнинского месторождения / Л.А. Азарнова, А.В. Темнов, Н.И. Чистякова, Н.С. Наумова // Разведка и охрана недр. — 2010. — № 3. — С. 34–37.

2. Лапин, А.В. Процессы изменения пирохлора и их продукты в корах выветривания карбонатитов / А.В. Лапин, И.М. Куликова // Зап. ВМО. — 1989. — № 1. — С. 41–49.

3. Лапин, А.В. Чадобецкий комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов / А.В. Лапин, И.К. Пятенко // Изв. РАН. — 1992. — № 6. — С. 88–101.

4. Лапин, А.В. Месторождения кор выветривания карбонатитов / А.В. Лапин, А.В. Толстов. — М.: Наука. 1995. — 208 с.

5. Лапин, А.В. Минерагения кор выветривания карбонатитов / А.В. Лапин, А.В. Толстов / Метод. рекоменд. — М.:ГЕОКАРТ, ГЕОС, 2011. — 308 с.

6. Ломаев, В.Г. Чуктуконское ниобий-редкоземельное месторождение. Геология и полезные ископаемые Красноярского края / В.Г. Ломаев, В.И. Кузьмин — Красноярск, 2007. — С. 131–140.

7. *Пожарицкая, Л.К.* Большетагнинское месторождение ниобия / Л.К. Пожарицкая, Б.Т. Вейс, Т.Д. Квитко и др. // Минеральное сырье. — 2006. — № 18. — С.118–134.

8. *Потанин, С.Д.* Состояние и перспективы развития минеральносырьевой базы ниобия России / С.Д. Потанин, Е.А. Калиш, В.К. Рябкин // Минеральное сырье. — 2006. — № 18. — С. 26–39.

9. *Цыкина, С.В.* Чуктуконское Nb-TR месторождение. Моделирование, типизация руд и оценка перспектив / С.В. Цыкина: автореф. канд. дисс. — Красноярск, 2004. — 20 с.

10. *Толстов, А.И.* Особенности минералогии и геохимии апатит-магнетитовых руд массива Томтор (Северозападная Якутия) / А.И. Толстов // Геология и геофизика. — 1994. —Т. 35. —№ 9. —С. 91.

© Лапин А.В., Куликова И.М., Левченко Е.Н., 2016

Лапин Александр Владимирович // lapin@imgre.ru Куликова Инна Михайловна // kulikova@imgre.ru Левченко Елена Николаевна // levchenko@imgre.ru Николаев Ю.Н., Джеджея Г.Т., Сидорина Ю.Н., Калько И.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова)

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПЕСЧАНКИНСКОЙ ПОРФИРОВО-ЭПИТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ (ЗАПАД-НАЯ ЧУКОТКА)

С помощью современных методов исследований, обработки данных и использования ГИС-технологий построена трехмерная модель геохимической зональности Песчанкинской порфирово-эпитермальной системы (ПЭС), отражающая пространственные распределения ассоциаций химических элементов и минеральных парагенезисов. Выявленная зональность является многоуровневой, в полной мере отражающей этапы и стадии формирования оруденения в Песчанкинской ПЭС. Практическое значение имеет предложенный показатель вертикальной зональности вида AgPbZn/CuBiMo, позволяющий оценивать уровень эрозионного среза медно-порфирового оруденения. Ключевые слова: порфирово-эпитермальная система, меднопорфировый штокверк, ассоциация элементов, геохимическая зональность, геохимический показатель зональности.

Nikolaev Yu.N., Dzhedzheya G.T., Sidorina Yu.N., Kalko I.A. (Moscow State University)

GEOCHEMICAL ZONING OF THE PESCHANKA PORPHYRY-EPITHERMAL SYSTEM (WESTERN CHUKOTKA)

Through the modern techniques of analysis and data processing and with the use of GIS technologies the 3D-model of geochemical zoning was developed for the Peschanka porphyryepithermal system. The model displays spatial distribution of the associations of elements and mineral assemblages and, being multilevel, it fully reproduces the stages of ore formation at the Peschanka. The indicator of vertical geochemical zoning AgPbZn/CuBiMo was recommended as it is of practical importance to assess erosion level of porphyry copper mineralization. **Keywords:** porphyry-epithermal system, porphyry copper stockwork, geochemical association, geochemical zoning, indicator of geochemical zoning.

Геохимическая зональность порфирово-эпитермальных систем формируется в результате гидротермально-метасоматических процессов, происходящих в несколько этапов и стадий. Согласно модели, предложенной Sillitoe R.H. [9], в порфиро-эпитермальных системах совмещены фрагменты нескольких типов оруденения: медно-порфирового, приуроченного к интрузиям, удаленных полиметаллических скарнов и стратиформного золоторудного, а также эпитермальных золото-медных, полиметаллических и золото-серебряных месторождений, локализованных вблизи или на несущественном удалении от медно-порфировых штокверков, либо над ними в породах «литокапа».

Зональность большинства изученных медно-порфировых месторождений является многовекторной и имеет три составляющие — латеральную, поперечную и вертикальную [6]. Зональность месторождения Песчанка изучалась предшественниками в ранний период разведки [3]. Эти исследования были продолжены на современном этапе при его подготовке к промышленному освоению [1, 4, 5, 7]. Новые результаты отражены в статье.

## Характеристика объекта исследований

Песчанкинская ПЭС, входящая в состав Баимской меднорудной зоны, расположена на территории Билибинского района Чукотского автономного округа. Песчанкинская ПЭС имеет важнейшее значение, так как в ее состав входит крупнейшее в России медно-порфировое месторождение Песчанка. Запасы меди в разведанных штокверках при минимальном содержании 0,40 % по категории indicated в соответствии с классификацией кодекса JORC (С<sub>2</sub> по российской классификации) составляют 6,39 млн. т, золота — 345,7 т, серебра — 165,4 тыс. т [8].

В геологическом строении Баимской меднорудной зоны (БМЗ), приуроченной к восточной части Олойской СФЗ, принимают участие верхнеюрские туфогенно-терригенные отложения, слагающие крупную брахиантиклиналь север-северо-восточного простирания, по обрамлению которой развиты раннемеловые вулканогенно-терригенные породы (рис. 1).

Месторождение Песчанка приурочено к восточному эндоконтакту раннемелового габбро-монцонит-сиенитового Егдыгкичского массива. Оно представляет собой рудный кластер из трех штокверков (Главного, Центрального и Северного), вытянутых в субмеридиональном направлении. Главным рудоконтролирующим элементом является Песчанкинский разлом, служивший основным рудоподводящим каналом.

Большая часть интрузивных горных пород, подвергшихся дроблению, преобразована в кварц-калишпатбиотитовые и кварц-серицитовые метасоматиты. На них наложилась кварц-сульфидная минерализация, что

привело к формированию золото-медномолибденовых рудных тел штокверкового типа.

В формировании медно-порфирового оруденения выделено две основные стадии: раннепорфировая с молибденитхалькопиритовой продуктивной ассоциацией (халькопирит, молибденит, пирит), занимающая основной объем штокверков, и позднепорфировая с борнит-халькопиритовой продуктивной ассоциацией (борнит, халькопирит, пирит, клаусталит, селенистый галенит, высокожелезистый теннантит, тетраэдрит, самородное золото пробностью 816–828), слагающей богатые руды Главного штокверка.

К эпитермальному этапу относят золото-серебро-полиметаллическую минерализацию (пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, высокоцинкистый теннантиттетраэдрит, тетрадимит, фрудит(?), алтаит, голдфилдит, гессит, петцит, низкопробное самородное золото, электрум) в кварцкарбонатных прожилковых зонах и жилах [4]. Она не имеет промышленного значения и распространена преимущественно в Главном штокверке. При изучении геохимической зональности Песчанкинской ПЭС использовались результаты литохимической съемки по вторичным ореолам по сети 100×50 м — 200×100 м, документации и опробования керна 267 скважин, пробуренных в 2010–2015 гг.

Анализ более чем 2000 проб из рыхлых отложений проводился методом РФА на 40 химических элементов в полевой лаборатории, оснащенной приборами Niton FXL и Niton XL3t. Золото в литохимических пробах определялось в лаборатории ОАО «Александровская ОМЭ» спектрохимическим методом на спектрографе ИСП-30.

Анализ керновых проб выполнен в лаборатории «Стюарт Геокемикл энд Эссей». Определение содержаний Au в пробах было проведено методом пробирного анализа с атомно-абсорбционным окончанием. Анализ на 40 химических элементов осуществлен методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

Обработка аналитических данных проводилась с использованием стандартных статистических процедур [6]. Для выявления взаимосвязей между химическими элементами и рудными минералами данные по скважинам были обработаны в программе STATISTICA методом факторного анализа главных компонент [2].

Построение моноэлементных и полиэлементных reoxимических разрезов и планов производилось с использованием программ автоматического построения цифровых поверхностей (reoctatuctuческий модуль ArcGis, Surfer) с ручной корректировкой.

Вертикальные ряды зональности были выявлены в результате обработки геохимических данных по программе исследования зональности НЮ-2, разработанной на кафедре геохимии геологического факультета МГУ [6].



Рис. 1. Геологическое строение и минерализация Баимской рудной зоны [7]: 1 — позднемеловые гранитоиды; 2 — раннемеловые монцонитоиды; 3 — раннемеловые диоритовые порфириты; 4 — средне-верхнеальбские вулканиты; 5 — верхнеаптские-нижнеальбские терригенные угленосные отложения; 6 — складчато-надвиговый палеозойско-мезозойский структурный комплекс; 7 — правые сдвиги; 8 — контур Баимской зоны; 9–13 — месторождения, рудопроявления и пункты минерализации: 9 — Си-(Au-Mo)-порфировые, 10 — Au-Ag, 11 — Си, 12 — Zn, 13 — угля

РАЗВЕЛКА НЕДР

# Результаты исследования

Зональность Песчанкинской ПЭС. Аномальное поле Песчанкинской ПЭС во вторичных ореолах представляет собой геохимическую структуру площадью 23 км<sup>2</sup> (рис. 2).

В составе АГХП выделяется стержневая субмеридиональная зона, состоящая из ядерных частей площадью 0,6-1 км<sup>2</sup>, представленных высокоинтенсивными ореолами Cu, Mo, Au, и менее интенсивными — Pb, Ag и калия. Ядерные части соответствуют выходам на поверхность медно-молибденовых штокверков рудного кластера.





В ближайшем обрамлении ядерных частей выделяются переходные зоны. В составе геохимических ассоциаций этих частей АГХП присутствуют как элементы медно-молибденовой, так и полиметаллической минерализации (Pb, Zn, Cu, Au, Mo). Во вторичных ореолах рудного кластера и его ближайшего обрамления сосредоточено 82 % продуктивности меди, 96 % молибдена и 62 % золота.

За пределами рудного кластера выделяются многочисленные мелкие аномальные структуры, имеющие сходный состав и строение с ядрами промышленных штокверков. Площади таких аномальных структур не превышают 0,3-0,5 км<sup>2</sup>, интенсивность вторичных ореолов средняя, в их составе присутствуют как Мо, Си, Au, так и Pb, Zn, Ag. Они соответствуют оперяющим зонам медно-молибденовой и золоторудной минерализации, не имеющим промышленных параметров.

На периферии АГХП (в ее внешней зоне) выявлены обширные по площади низкоинтенсивные вторичные ореолы Au, Cu, Pb, Zn, As, Mn, Fe, K, Ca, связанные с площадной рассеянной минерализацией в пропилитах.

Наиболее тесные корреляционные связи в АГХП установлены между Cu, Mo и Au, а также между Pb и Zn. По результатам факторного анализа выделяются три ассоциации химических элементов: 1) Си-Мо-Аи-As (медно-порфировая), 2) Pb-Zn (субэпитермальная полиметаллическая), 3) Ag-Sb (эпитермальная). Их пространственное распределение отражает латеральную зональность аномального геохимического поля.

Зональность месторождения Песчанка. Состав руд и первичных ореолов месторождения Песчанка типичен для медно-порфировой формации. Главным элементом является Cu, сопутствующими — Au, Мо и Ag. В со-

Фак- тор	Ассоциация элементов	Рудные минералы, имеющие значи- мую корреляцию с факторами (в скобках — значе- ние коэф. коррел.)	Стадия минера- лизации
F4	MnFe	Пирит (0,30), магнетит (0,21)	Ранняя пиритовая
F2	Mo(CuSeSbAgFe)	Халькопирит (0,20), молибде- нит (0,19)	Молибденит- халькопири- товая
F5	CuAuAg(SeBiAs)	Борнит (0,39), халькопирит (0,25)	Борнит-халь- копиритовая
F6	SbAs(CuAgMo)	Теннантит-тетра- эдрит (0,21)	Блеклово- рудная
F1	PbZnCd(AuTeAgMnSe)	Сфалерит (0,60), галенит (0,39)	Субэпитер- мальная полиметал- лическая
F3	*BiTe(SeCdFeAg)	Сфалерит (0,17), пирит (0,16), халькопирит (0,15)	Эпитермаль- ная (гессит- тетрадими- товая)

\*BiTe(Se) — минералы тетрадемит-гесситовой эпитермальной ассоциации при документации керна не диагностированы, но выявлены при минералогических исследованиях под микроскопом.



Рис. 3. Распределение меди в рудных штокверках месторождения Песчанка

став суб- и эпитермальной минерализации входят Pb, Zn, Au, Ag, Mn, Se, Te, Bi, Cd, Fe, As, Sb, S.

Распределение меди в Главном штокверке имеет форму седловидной залежи с крутым падением крыльев, что соответствует типу «перевернутой чаши» (рис. 3).

Все без исключения рудные элементы имеют более высокую степень концентрации в Главном штокверке. С юга на север наблюдаются сокращения спектра и интенсивности ореолов в рудном кластере. Пространственное совмещение элементов разных ассоциаций указывает на наложение последующих стадий рудоотложения на предыдущие.

В результате проведенного факторного анализа были получены шесть геохимических ассоциаций, обнаруживающих значимую корреляцию с содержаниями рудных минералов по документации керна. Четыре выделенные ассоциации элементов соотносятся с «порфировым» этапом оруденения, еще две — с «послепорфировым» (таблица).

В результате выполненных построений были установлены основные закономерности распределения рудных и геохимических ассоциаций в объеме рудного кластера, свидетельствующие о наличии концентрической зональности, типичной для медно-порфировых месторождений (рис. 4).

В геохимической структуре месторождения поперечная зональность проявлена в смене ассоциаций от внутренней к внешним зонам в последовательности: SbAs(Cu) — CuAuAg — BiTe(Se) — Mo(Cu) — PbZn — BiTe(Se) — MnFe. Внешняя зона, за пределами рудного штокверка, характеризуется аномальными содержаниями Fe и S. К промежуточной зоне, смещенной к краевой части штокверка и вверх по восстанию, приурочены ассоциации PbZn и BiTe(Se). Весь объем рудных штокверков за исключением внутренних (осевых) частей седловидной залежи занимает ассоциация Мо(Cu) молибденит-халькопиритовых руд, внутреннюю наиболее богатую часть крыльев — ассоциация CuAuAg халькопиритборнитовых руд и ассоциация SbAs(Cu) блекловорудной минерализации.

Продольная геохимическая зональность рудного кластера заключается в сокращении (до полного исчезновения) в составе рудных штокверков второстепенных ассоциаций с юга на север: в Главном штокверке присутствуют все геохимические ассоциации, в Центральном штокверке доля ассоциаций суб- и эпитер-



Рис. 4. Распределение геохимических ассоциаций рудных элементов в объеме рудного кластера. Ассоциации стадий рудообразования: 1 — ранняя пиритовая, 2 — борнит-халькопиритовая, 3 — молибденовая, 4 — блекловорудная, 5 — эпитермальная золото-серебряная, 6 — субэпитермальная серебро-полиметаллическая



мальных стадий, а также поздней порфировой уменьшается, в Северном штокверке они фактически не проявлены.

Для определения последовательности отложения рудных элементов и выявления показателей вертикальной геохимической зональности были рассчитаны средневзвешенные содержания на интервалы 50 м по глубине. В результате обработки по программе НЮ-2 получены следующие ряды вертикальной геохимической зональности (снизу вверх):

Главный штокверк: Au-As-Mo-Cu-Ag-Fe-Bi-Sb-Cd-Pb-Mn-Zn-Se-Te;

Центральный штокверк: As-Pb-Au-Ag-Cd-Zn-Cu-Mn-Mo-Sb-Bi-Fe-Se-Te;

Северный штокверк: Mo-Au-Ag-**Cu-**Bi-Sb-As-Se,Te-Cd-Mn-Pb-Zn-Fe.

Общий ряд по трем штокверкам: Au-As-Ag-Mo-Cu-Bi-Cd-Pb-Sb-Mn-Zn-Fe-Se-Te.

Положение в рядах вертикальной геохимической зональности меди (более высокое — в Центральном штокверке и более низкое — в Главном и Северном) указывает на неглубокий эрозион-

ный срезмедно-порфирового оруденения (рис. 5).

Все элементы верхней части ряда, за исключением железа, входят в состав эпитермальной и субэпитермальной минерализации, тяготеющей, согласно классическим представлениям, к над- и верхнерудным частям порфирово-эпитермальных систем. Отложение молибдена и золота ниже меди также не противоречит классической модели.

Для оценки уровня эрозионного среза использовался показатель зональности  $v_1 =$ AgPbZn/CuBiMo. В числителе дроби представлена геохимическая ассоциация, которая соотносится с составом суб- и эпитермальной минерализации, в знаменателе — медно-порфировое оруденение представлено CuBiMo ассоциацией.

На графиках показаны изменения значений показателей зональности с глубиной по штокверкам месторождения Песчанка. Значение показателя AgPbZn/CuBiMo (рис. 5) в Находкинской ПЭС изменяется в пределах трех порядков (от  $n \cdot 10^{-4}$  до  $n \cdot 10^{4}$ ), в Песчанкинской ПЭС — в узком диапазоне (от  $n \cdot 10^{-3}$  до  $n \cdot 10^{1}$ ), что в метрике модельного графика для слабоэродированной толщи отвечает ее более глубокому срезу.

Расчеты средних значений показателей для каждого штокверка месторождения Песчанка позволили установить следующую последовательность по степени их эродированности: (от большей к меньшей): Северный — Центральный — Главный (рис. 6).

### Заключение

В результате проведенной работы по изучению состава, строения и геохимической зональности Песчанкинской ПЭС получены следующие результаты:

1. Структура АГХП Песчанкинской ПЭС содержит ядерные части, представленные высокоинтенсивными вторичными ореолами Cu, Mo, Au (стержневая субмеридиональная зона главного рудного кластера), переходные зоны менее интенсивных ореолов ассоциации Pb-Mo-Cu-Au-Zn и внешние зоны с ассоциацией Fe-Mn. На периферии АГХП выявлены обширные по площади низкоинтенсивные вторичные ореолы Au, Cu, Pb, Zn, As, Mn, Fe, K, Ca, связанные с рассеянной минерализацией в пропилитах.



Рис. 5. Вертикальная геохимическая зональность Песчанкинской и Находкинской ПЭС: А — изменение значений показателя зональности AgPbZn/CuBiMo с глубиной (1 — Главный штокверк, 2 — Центральный штокверк, 3 — Северный штокверк, 4 — Находкинская ПЭС); Б — модель минералого-геохимической зональности ПЭС Баимской зоны (I — Аи-Ад минерализация, II — Сu-Мопорфировые руды; Аu — самородное золото, Bn — борнит, Chp — халькопирит, Fh — блеклые руды, Gn — галенит, Hs — гессит, Mol — молибденит, Ptz — петцит, Py — пирит, Spl — сфалерит); В — изменение значений элементных мультипликатов с глубиной по Главному штокверку





3. В геохимической структуре месторождения поперечная зональность проявлена в смене ассоциаций от внутренней зоны к внешним в последовательности: SbAs(Cu) — CuAuAg — BiTe(Se) — Mo(Cu) — PbZn — BiTe(Se) — MnFe. Продольная зональность выражается в сокращении в составе руд второстепенных ассоциаций в направлении с юга на север.

4. По результатам исследования вертикальной геохимической зональности был выявлен обобщенный ряд (снизу вверх): Au-As-Ag-Mo-Cu-Bi-Cd-Pb-Sb-Mn-Zn-Fe-Se-Te. Контрастность выявленной вертикальной зональности слабая. Эрозионный срез штокверков от верхнерудного (Главный) до верхнее-среднерудного (Центральный и Северный). Перспективы продолжения оруденения на глубину наиболее высокие для Главного штокверка, умеренные — для Северного и Центрального штокверков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакшеев, И.А. Золото-молибден-медно-порфирово-эпитермальная система Баимской рудной зоны, Западная Чукотка / И.А. Бакшеев, Ю.Н. Николаев, В.Ю. Прокофьев и др. / Металлогения древних и современных океанов-2014. Двадцать лет на передовых рубежах геологии месторождений полезных ископаемых. — Миасс: Инст. минерал. УрО РАН, 2014. — С. 108–112.

2. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA: Учеб. пособие для вузов / В.П. Боровиков. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013.

3. *Каминский, В.Г.* Комплексная геолого-поисковая модель меднопорфирового месторождения Баимской зоны / В.Г. Каминский, 1989.

4. *Николаев, Ю.Н.* Аu-Ag минерализация порфирово-эпитермальных систем Баимской Зоны (Западная Чукотка, Россия) / Ю.Н. Николаев, И.А. Бакшеев, В.Ю. Прокофьев и др. // Геология рудных месторождений. — 2016. — Т. 58 — № 4. — С. 319–345.

5. *Николаев, Ю.Н.* Геохимические поля порфирово-эпитермальных систем, их интерпретация и оценка на основе современных геологических и генетических представлений / Ю.Н. Николаев, Ю.Н. Сидорина, И.А. Калько и др. // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 8. — С. 45–50.

6. *Соловов, А.П.* Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. — М.: Недра, 1990.

7. *Читалин, А.Ф.* Порфирово-эпитермальные системы Баимской рудной зоны, Западная Чукотка / А.Ф. Читалин, Ю.Н. Николаев, И.А. Бакшеев и др. / 27-е научные чтения имени академика В.И. Смирнова. — М., 2016. — С. 1–34.

 Читалин, А.Ф. Баимская рудная зона — кластер крупных месторождений цветных и драгоценных металлов на западе Чукотского АО / А.Ф. Читалин, В.В. Усенко, Е.В. Фомичев // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2013. — № 6. — С. 68–73.

9. *Sillitoe, R.H.* Porphyry copper systems / R.H. Sillitoe // Econ. Geol. — 2010. — V. 105. — P. 3–41.

### © Коллектив авторов, 2016

Николаев Юрий Николаевич // nikolaev@geol.msu.ru Джеджея Георгий Тенгизович // jejeya@yandex.ru Сидорина Юлия Николаевна // bobbin@yandex.ru Калько Ильдар Анатольевич // ildarkalko@yandex.ru Ваганов И.Н., Кабирова Р.У. (ФГУП «ИМГРЭ»)

### ЛАБОРАТОРНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОИСКОВО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ

Обобщен опыт лабораторий по аналитическому сопровождению минералого-геохимических и экологических работ, проводимых ИМГРЭ. Рассмотрена приборно-методическая база, приведены рекомендации по пробоподготовке и управлению качеством аналитических работ. Ключевые слова: пробоподготовка, ПКСА, РФА, ИСП-МС/АЭС, стандартные образцы, минералогический анализ.

#### Vaganov I.N., Kabirova R.U. (IMGRE)

LABORATORY AND ANALYTICAL ENSURING SEARCH AND GEOCHEMICAL WORKS

The article summarizes the experience of laboratories for analytical support of mineralogical-geochemical and environmental work conducted IMGRE. Reviewed instrument and methodological framework, provides recommendations for sample preparation and quality management of analytical works. **Keywords:** sample preparation, of SQA, XRF, ICP-MS/AES, standard samples, and mineralogical analysis.

Развитие геохимии как науки тесно связано с прогрессом в аналитической химии, а практическое применение геохимических методов поиска опирается на приборно-методическую базу аналитических лабораторий. Эффективность средне и мелкомасштабных геохимических работ не всегда очевидна, особенно на перекрытых территориях, т.к. они напрямую не выводят на поисковый объект месторождения. Как известно, первичные геохимические ореолы представляют собой зоны, окаймляющие рудные тела. Они обогащены или обеднены химическими элементами. Для выполнения задач по геологическому изучению недр необходимо качественное аналитическое обеспечение. Качество аналитических работ является критическим условием для всего комплекса геохимических исследований, независимо от объекта исследования — рудное тело, первичный ореол, геохимическая аномалия различного генезиса, выделенные фракции.

Несмотря на высокую эффективность региональных геохимических работ, обеспечивающую значимый прирост запасов по таким стратегическим видам минерального сырья, как Au и U на западе Русской платформы, Au, Be, Ag на Чукотке и т.п., практическая значимость работ этого масштаба до сих пор оставляет желать лучшего. Основной проблемой является низкий процент включения перспективных площадей по результатам региональных геохимических работ в перечень конкурсных объектов.

Главная причина — это слабое лабораторно-аналитическое обеспечение геологоразведочных работ:

применение приближенно-количественных методов анализа, не всегда соответствующих по качеству и чувствительности современным требованиям проведения геохимических исследований, хотя их категорическое отрицание тоже неправильно;