

Таблица 2

Геохимическая и металлогеническая специализация магматических пород геодинамических обстановок [2-5, 8]

Геодинамические обстановки	Геохимическая специализация		Металлогеническая специализация обстановок в целом
	обстановок в целом	отдельных типов пород*	
Континентальные горячие точки	Nb Zr Ce Zn	44: Nb Ta Hf Zr Ce Th U Zn	Nb Ta Zr Y Ce P Fe Ti Pt U Mo Cu Pb Zn F Sr, алмазы
Океанические горячие точки	Nb Ta Ce Zr Hf Zn Th	32: Nb Hf Ce Ta Zr Sr Th Y Zn Ba	—
Континентальные рифты	Nb Th Ce Ta Ba Hf Zr Zn Pb	32: Nb Ta Ce Zr Ba Pb Zn. 12: Co Ni Cu Zn	Ba Pb Zn F Ta Nb Zr Ce Y Cu Ni Co
Траппы	Cu Zn Co	12: Cu Co Zn Ni	Cu Ni Co Fe Pt Se Au Zn
СОХ	Co Ni	12: Ni Co Cu Zn	Cu Zn
Задуговые котловины	Co Ni	412: Co Ni Cu Zn	Cu Zn Pb
Островные дуги	юные	Cr Sc Co Ni Cu	13: Sc Ni Cu V Co
	развитые	Cu Zn Pb	23: Cu Zn Co Pb
	зрелые	Cu Pb Ba Th Zn	43: Sr Cu Ba Zr Hf Pb Zn
Фронтальные зоны АОК	—	23: Cu Zn Sr 35: Ba Cu Zn Pb	Fe Cu Mo Sn Pb Ag Au As Hg
Тыловые зоны АОК	Nb Ba	637: Nb Ta Pb	Li Be Ta Nb F U W Mo Sn Bi Pb Zn Sb Hg Au Ag
Коллизионные ареалы	Nb Pb Zr Zn Ba	33: Ce Nb Pb Sr Zr Ba Zn	Sn W Pb Mo Zn Au Ag Pt Sb Hg U

*Цифрами обозначены петрогеохимические типы вулканических пород: 12, 13 — низкокальциевые базальты (12) и андезитобазальты (13); 23 — умереннокальциевые андезитобазальты; 32, 33, 35 — высококальциевые: базальты (32), андезитобазальты (33) и дациты (35); 43, 44 — ультракальциевые: трахиандезитобазальты (43), трахиты, фонолиты, бенморейты и др. (44); 412 — ультрамагнезиальные низкокальциевые базальты и микрогаббро; 637 — плюмазитовые высококальциевые риолиты.

целесообразность применения комплексной типизации для обоснования металлогенических выводов. По ряду некогерентных элементов устанавливается связь аномально обогащенных литофилами вулканитов с рудными объектами. Апробирована целесообразность выделения агпаитовых и плюмазитовых, щелочных, ультракальциевых и ультрамагнезиальных типов [1–3, 5, 7, 8].

Геохимическое картирование территории России постепенно будет переходить к работам все более крупного масштаба. При этом возрастет потребность в детализации эталонов и оценок фоновых содержаний. Новые критерии геохимической специализации призваны, в частности, внедрить в практику геохимических исследований использование данных анализов петрогенных химических элементов. Без этой основы повысят в воздухе многие выводы о геохимической специализации, аномалиях и т.д. Представляется полезным распространение петрогеохимической типизации вулканитов также на plutonic, метаморфические и осадочные породы. Это особенно важно для прикладных геохимических исследований.

Общая характеристика геохимической специализации содержится в номенклатуре петрогеохимических типов вулканитов [4, 5]. Выбор фоновых содержаний (породных кларков) определяется относительной распространенностью пород [6]. В частности, для базальтов эталоном следует признать умереннокальциевую микситу породу (петрогеохимический тип 22), которая отмечена во всех несубдукционных и субдукционных геодинамических обстановках [4, 6, 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Головин А.А., Гуцин А.В., Загубный Д.Г., Межеловский А.Д. Выявление новых перспективных площадей с использованием коэффициентов геохимической зональности // Разведка и охрана недр. — 2007. — № 2–3. — С. 63–68.
2. Гусев Г.С., Гуцин А.В., Межеловский Н.В., Киликко В.А. Два типа редкометалльного оруденения на территории России: геодинамические модели формирования // Разведка и охрана недр. — 2012. — № 2. — С. 38–43.
3. Гусев Г.С., Гуцин А.В., Перевалова А.А., Сироткина О.Н. Геохимическая специализация геологических комплексов: значение для геологических и прогнозно-металлогенических исследований // Разведка и охрана недр. — 2010. — № 5. — С. 27–31.
4. Гуцин А.В. Петрогеохимическая типизация вулканических пород для целей распознавания тектонических (геодинамических) обстановок // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 12. — С. 66–72.
5. Гуцин А.В., Гусев Г.С. Геохимические особенности магматических пород и металлогеническая характеристика геодинамических обстановок / Геохимическая и металлогеническая специализация структурно-вещественных комплексов. — М., 1999. — С. 23–158.
6. Гуцин А.В., Гусев Г.С. Распространенность петрогеохимических типов и серий вулканических пород как критерий распознавания тектонических (геодинамических) обстановок // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 12. — С. 72–76.
7. Гуцин А.В., Гусев Г.С., Межеловская С.В. Петрогеохимические критерии распознавания тектонических (геодинамических) обстановок по составам вулканических пород // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 12. — С. 76–81.
8. Гуцин А.В., Гусев Г.С., Межеловский Н.В., Киликко В.А. Редкоземельные рудные формации: распространенность и геодинамическая принадлежность // Разведка и охрана недр. — 2011. — № 6. — С. 55–61.
9. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. 3-е изд. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009.
10. Gushchin A.V., Gusev G. S. Geochemical Types of Igneous Rocks in Various Geodynamic Environments / Geodynamics and Metallogeny: Theory and Implications for Applied Geology. — М., 2000. — P. 469–516.

© Гуцин А.В., Гусев Г.С., 2015

Гуцин Анатолий Васильевич // gusev@imgre.ru
Гусев Григорий Степанович // gusev@imgre.ru

551.243:550.4.01:553.3

Григоров С.А. (ООО «Хужир Энтэрпрайз»)

О РОЛИ СТРУКТУРНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Эффективность поисков рудных месторождений может быть увеличена за счет структурно-геохимического моделирования иерархической рудообразующей (ореолообразующей) системы. Взаимобусловленные таксоны системы отражены концентрически-зональными и полярно-

зональными конструкциями, что позволяет надежно идентифицировать искомые рудные объекты, не прибегая к дорогостоящим геолого-геофизическим методам. **Ключевые слова:** геохимические поиски, структура геохимического поля, концентрическая и полярная геохимическая зональность, ореолообразующая система.

Grigorov S.A. (Huzhir Enterprise)

THE ROLE OF STRUCTURAL AND GEOCHEMICAL CRITERIA FOR LOCALIZATION OF ORE OBJECTS

*Efficient prospecting of ore deposits can be increased by structural and geochemical modeling of ore-forming hierarchical (aureole-forming) system. Relational taxons of the systems are reflected as concentrically zoned and polar-zonal structure which allows reliably identify the unknown ore objects, without applying expensive geological and geophysical methods. **Key words:** geochemical prospecting, structure of geochemical field, concentric and polar geochemical zoning, aureole-forming system.*

Структурно-геохимическое моделирование рудообразующей системы позволяет обнаруживать рудные объекты по признакам, не связанным непосредственно с высокими содержаниями искомого элемента в геохимических ореолах. Критериями эффективного обнаружения иерархической системы рудных объектов могут служить концентрическая и полярная геохимическая зональность, отражающие фундаментальные свойства ореолообразования (рудообразования) [1]. Практика показывает, что далеко не все рудные зоны (РЗ), рудные поля (РП) и рудные узлы (РУ) находят адекватное отражение в традиционных геохимических аномалиях. С другой стороны, разбавка многочисленных традиционных аномалий и их заверка вызывает необходимость выполнения большого объема работ в надежде открытия новых объектов. В качестве инструментов разведки используются комплексные критерии (геологические, геофизические и геохимические), каждый из которых в отдельности не может эффективно решить поисковые задачи. Очевидно, что их суммирование не добавляет информативности, но повышает затратность. В результате велик риск пропуска месторождений и нерациональных затрат на всех стадиях поисково-разведочных работ. Например, сверхкрупное золоторудное Наталкинское месторождение в первичных ореолах золота выглядит, как заурядное рудопоявление, а ореолы золота никак не отражают морфологию и пространственное положение рудной залежи, даже в условиях очень благоприятной поисковой обстановки (рис. 1).

В то же время концентрически-зональная структура аддитивного геохимического поля (ГП) бария, окиси калия, и других рудных и породообразующих элементов позволяет идентифицировать его, как неординарный

объект. В качестве дополнительного критерия выступает полярная зональность бария и окиси калия, и других пар рудных и породообразующих элементов, характерная для рудообразующих систем. В то же время, ни кольцевая структура ГП, ни полярная зональность не имеют визуализируемого геологического объяснения, что демонстрирует невысокую информационную роль геологических критериев для обоснования локализации искомой РЗ [2].

Наглядно демонстрирует качество прогнозирования и уровень научно-методического обоснования методики поисков и прогнозирования другой пример — история поисков золота в пределах Карамкенского РП (Магаданская область). Карамкенское месторождение является типичным представителем эпitherмальных жильных объектов золотосеребряной формации. Они обладают яркими поисковыми геохимическими, минералогическими и морфоструктурными признаками. В стремлении обеспечить сырьевой базой Карамкенский ГОК были исследованы все возможные геологоструктурные версии, геофизические и геохимические модели, но безрезультатно. Однако причина поисковых неудач и обоснованность полноты поисковой изученности в то время не получили объяснений. Структурно-геохимическая модель Карамкенского РП решает эту задачу без применения дорогостоящих исследований и только по геохимическим данным. В геохимическом поле, отражающем уровень рудного узла и рудных полей, все из проанализированных элементов поддерживают единый структурный мотив. ГП золота и мышьяка иллюстрируют концентрически-зональную структуру и двукорневое строение (рис. 2).

Карамкенское месторождение и неисследованная перспективная область располагаются в ядрах кольцевых структур ГП, отражающих рудно-магматические системы в рангах рудных полей. Ранее локализованные традиционные ореолы-аномалии расположены в пределах тектонического блока в виде линейной рудной зоны, имеющей весь набор позитивных морфоструктурных и геолого-минералогических признаков. Однако расположены они во фронтальной зоне концентрирования и должны быть отбракованы уже по результатам камеральных работ. Концентрически-зональная

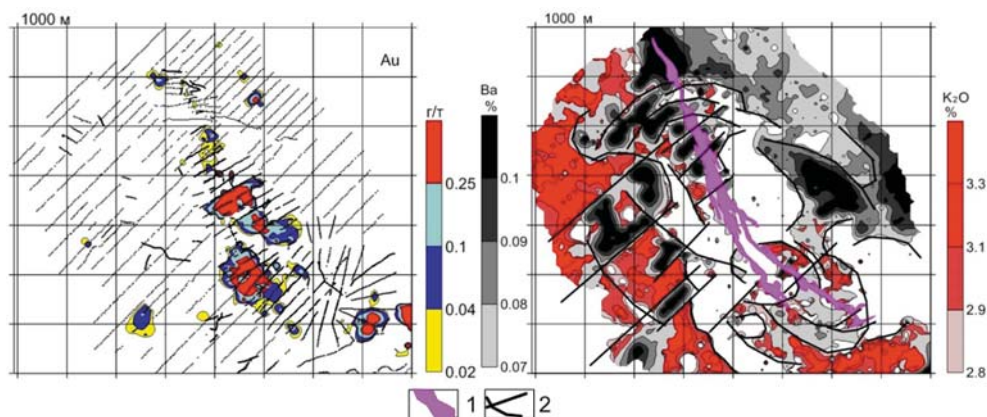


Рис. 1. Отражение Наталкинской рудной зоны в первичных ореолах золота (на плане опробования) и в структуре аддитивного ГП бария и окиси калия: 1 — контур рудной залежи на поверхности по данным разведки (борт 0,3 г/т); 2 — структурно-геохимические границы

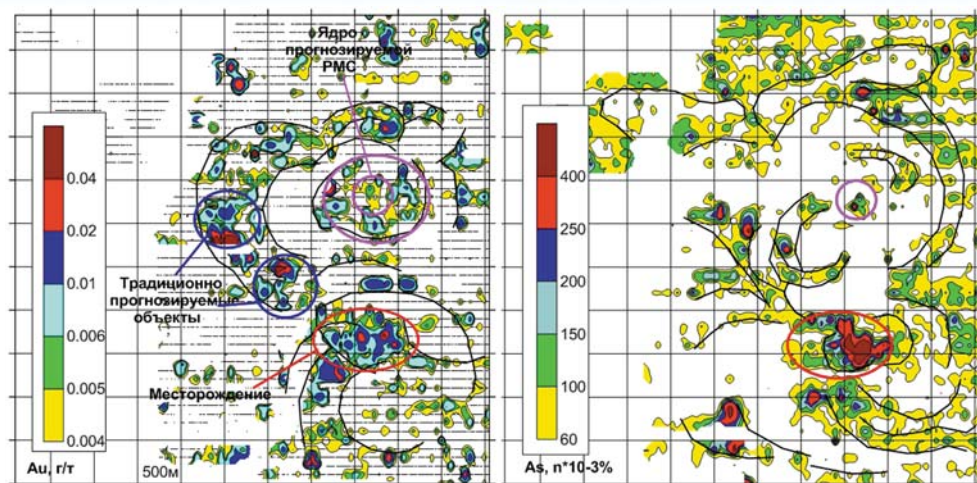


Рис. 2. Структуры ГП золота и мышьяка, отражающие Карамкенское РП

структура естественной аномалии ГП не коррессирует с какими-либо уникальными визуализируемыми геологическими образованиями и осталась за пределами внимания поисковиков [3]. Таким образом, в результате камеральной обработки геохимических данных установлено, что только один объект, не считая Карамкенского месторождения, подлежит дальнейшему изучению.

С этих позиций рассмотрим основные результаты ГРР в рамках госзаказа «Поисковые работы на золото в пределах Светлинской площади Намама-Няндонинского золоторудного района (Республика Бурятия)» за 2012–2014 гг. Работа выполнена в соответствии с отраслевыми требованиями, и в итоге достигнут положительный результат в виде прогнозных ресурсов золота кат. P_1 (10949 кг) при содержании 12 г/т.

Следует отметить, что большой и трудоемкий геологический и геофизический материал не помог обосновать критерии локализации рудного узла, рудных полей и рудных зон. Эти данные оказались невостребованными в составе конечного продукта — локализация и относительное ранжирование рудных проявлений на поверхности. Только после этого имеет смысл оценка выявленных объектов в коренном залегании на поверхности и на глубину. Фактически, выбор и обоснование направления ГРР были основаны на результа-

тах штучного опробования и заверки наиболее контрастных ореолов золота. Геохимическая часть отчета изобилует данными, характеристиками и расчетами также не использованными для достижения конечного результата. Нет обоснования полноты поисковой изученности (Отчет по объекту № 120–67 /111-72/). В результате возникает вопрос о геолого-экономической эффективности и завершенности поисков в рамках действующих инструкций и ведомственных положений.

На основе структурно-геохимического моделирования можно дешевле, быстрее и результативнее провести оценку лицензионной площади. По данным площадного геохимического опробования по потокам рассеяния, несмотря на относительно редкую сеть, обнаруживается крупный фрагмент концентрически-зональной структуры ГП на уровне рудного узла. В ГП рудных и породообразующих элементов сформирована фрактальная структура, ориентированная в северо-вос-

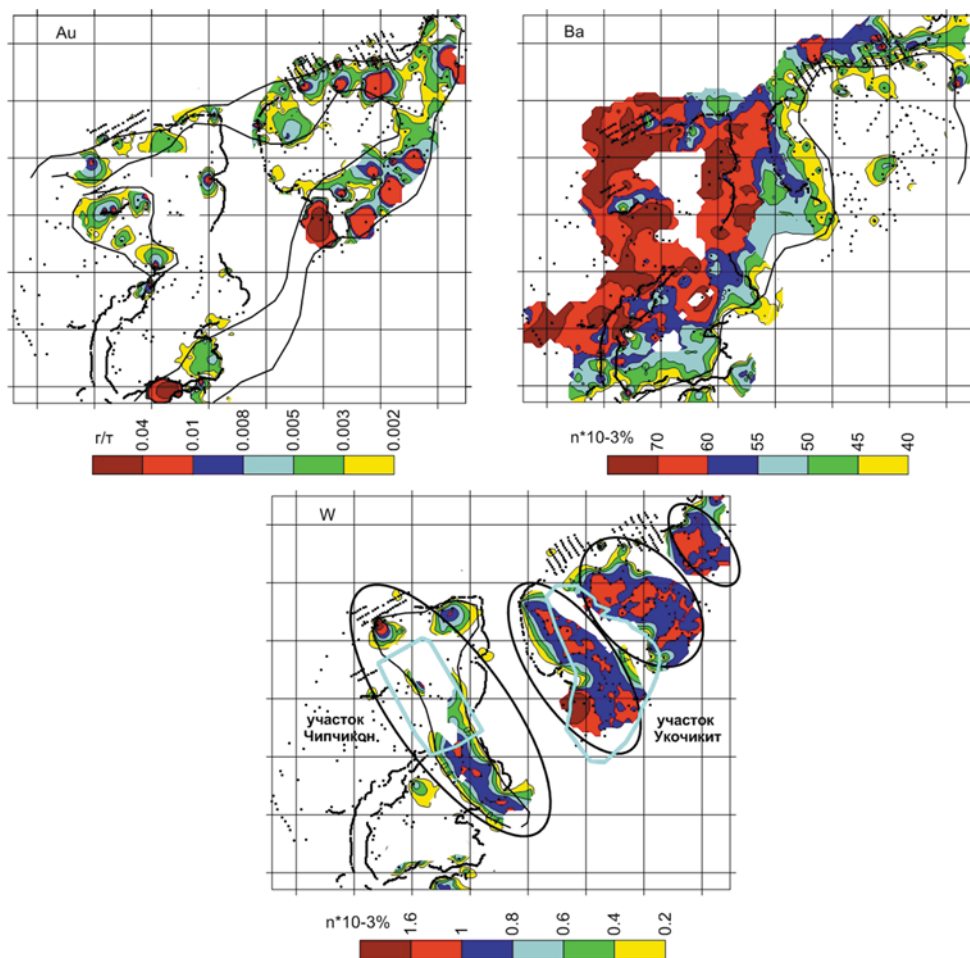


Рис. 3. Отражение рудного узла в структурах ГП золота, бария и вольфрама

точном направлении. Рудный узел выклинивается в северо-восточном направлении и не оконтурен на южном фланге, что указывает на изъяны на стадии подготовки лицензии. Контуры лицензии должны соответствовать металлогеническому таксону, в границах которого оценены прогнозные ресурсы соответствующей категории. Но на практике лицензионные площади включают в себя ранее выявленные рудопроявления, положение которых в иерархической рудообразующей системе не имеет должного обоснования, а декларируется на основе экспертных авторских представлений. В рассматриваемом случае геохимическое обоснование должно было лежать в основе лицензирования для последующих проектных решений недропользователя.

Представление о морфологии, размерах и пространственном положении рудного узла иллюстрируют ГП золота, бария и вольфрама, формирующие фрактальную структуру, каждый таксон которой имеет концентрически-зональное строение (все остальные, из проанализированных элементов, поддерживают этот структурный мотив). Наиболее контрастные ореолы золота размещены в ядре системы на северо-восточном фланге РУ и обрамлены барием. Островные, менее продуктивные ореолы золота, на юго-западном фланге тяготеют к флангам и ядру системы (рис. 3).

Ритмично-зональный вольфрам (выделено овалами на рис. 3) характеризует структурно-геохимическую неоднородность, с двумя элементами которой совпали участки детализации — Чипчикон и Укочикит. В системе ГП рудного узла полярную геохимическую связь имеют медь и барий, олово и вольфрам и другие пары элементов, что характерно для рудообразующих систем. РУ погружается в юго-западном направлении, на это указывает структура ГП бария, который накапливается во внешних, в том числе надрудных областях. Судя по размерности элементов фрактальной дробности, область приложения максимальной рудообразующей энергии расположена на юго-западном фланге. Следовательно, энергетический потенциал таксонов фрактального ряда убывает в сторону северо-восточного фланга. Также следует прогнозировать (ранжировать) и минерагенический потенциал системы.

Иллюстрированные выше структурно-геохимические построения не имеют прямого геологического объяснения

ни в связи с вмещающими породами, ни в связи с тектоническим каркасом, ни в связи с традиционными минералого-геохимическими данными. Причина обусловлена наложением рудообразующих процессов на геологический субстрат и сквозной миграцией химических элементов, законы которой определяют морфоструктурные признаки геохимических аномалий, отражающих рудные объекты. Поэтому изучение вмещающего субстрата зачастую не имеет поискового смысла.

В итоге на исследуемой площади локализованы два рудных объекта в ранге рудных полей, на каждом из которых размещены локальные участки детальных геохимических поисков по вторичным ореолам. На участке Укочикит структурированы ГП рудных и породообразующих элементов в ранге рудной зоны, позволяющие оценить размерность, геохимическую специализацию и полноту поисковой изученности. Золото, серебро, свинец, цинк, вольфрам, висмут образуют концентрически зональную структуру, положительно коррелируются между собой и размещены в ядре системы. Ядро обрамлено литием, ванадием, марганцем, кобальтом и другими элементами (рис. 4).

Концентрическая зональность рудных элементов и полярная зональность между фронтальными литием и ванадием безальтернативно указывают на площадь реализации рудообразующего процесса. По морфоструктурным признакам ГП и элементному составу можно

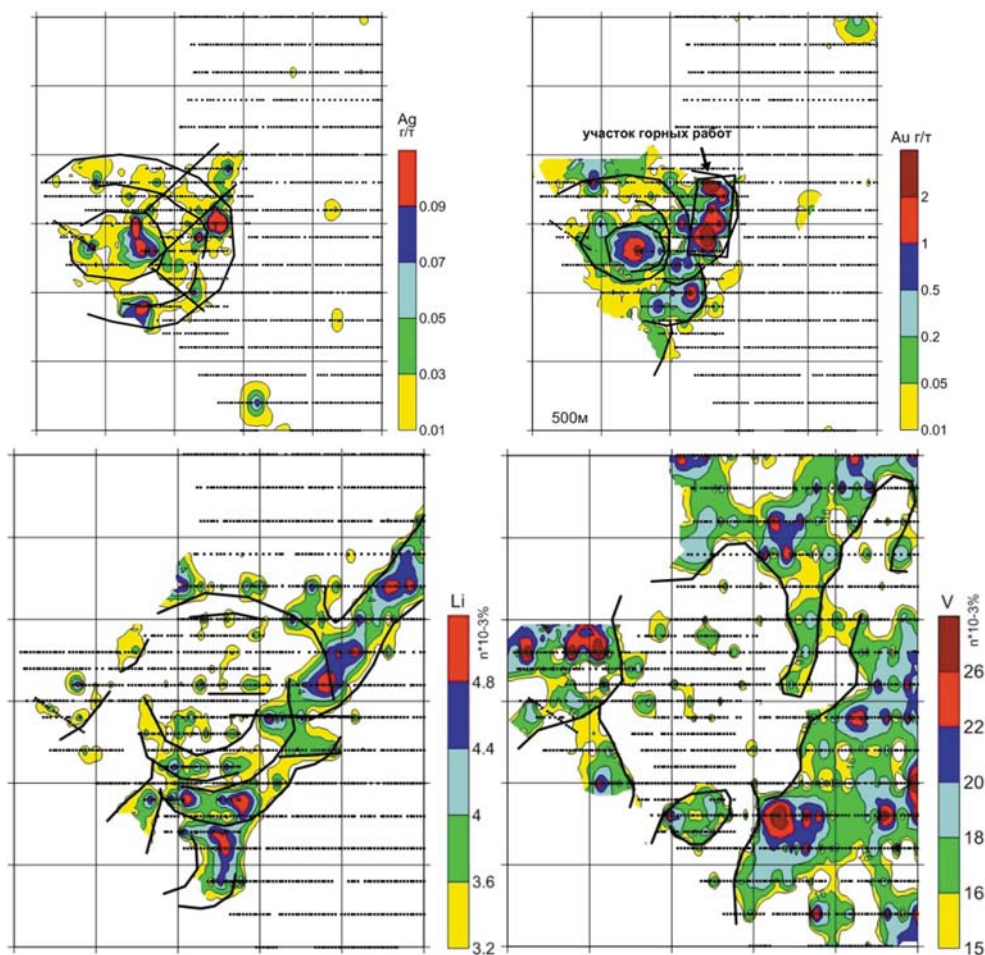


Рис. 4. Отражение рудной зоны Укочикит в структурах ГП Ag, Au, Li, V

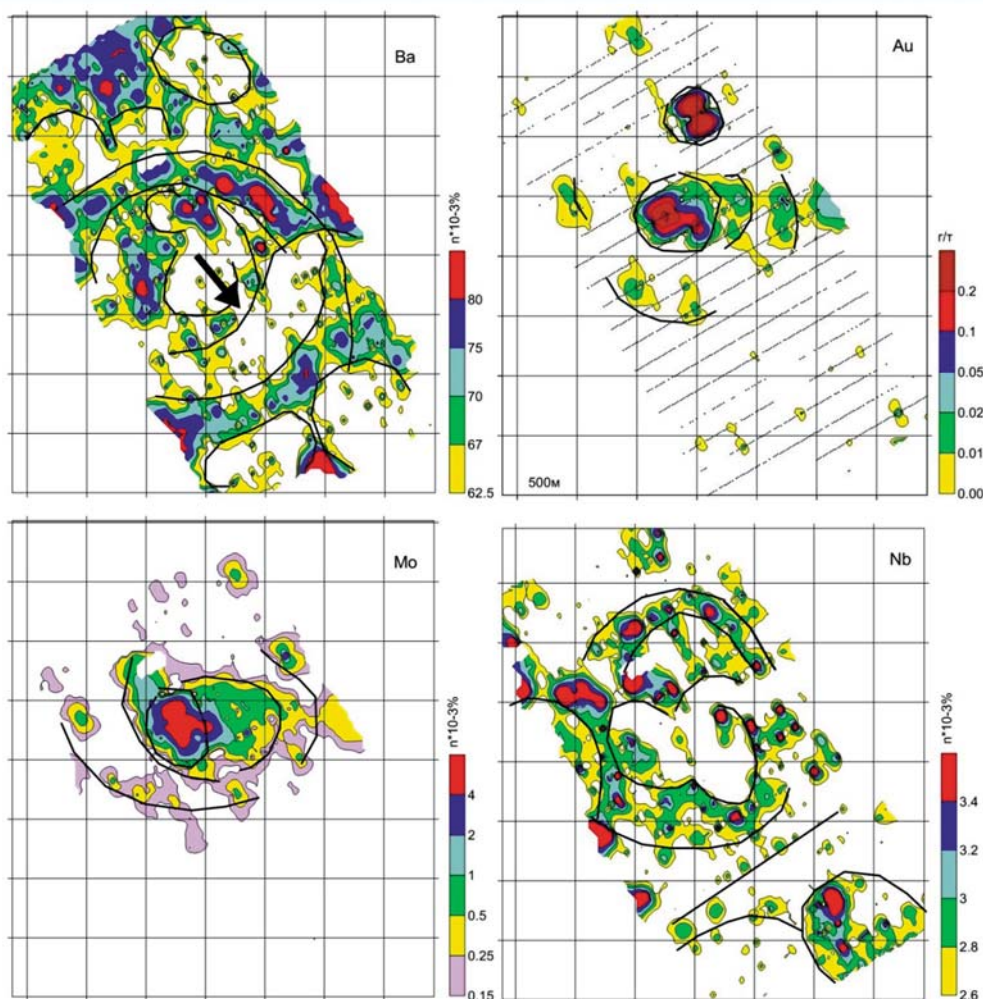


Рис. 5. Отражение Чипчикской рудной зоны в ГП бария, золота, молибдена и ниобия

полагать, что рудная зона имеет золотосульфидную специализацию и не оконтурена на юго-западном фланге, что говорит о неполной поисковой изученности. О возможных масштабах рудоносности на изученной части рудной зоны можно судить по размерам аномалии, занимающей площадь около 1 км². Для сравнения, площадь Карамкенской аномалии составляет около 3 км², а запасы золота составляли примерно 30 т. Горными работами заверены ореолы золота на фланге, а не в ядре системы, где следует прогнозировать основное оруденение. Отсюда не сложно сделать заключение о полноте поисковой изученности обнаруженного рудного объекта и обоснованности прогнозной оценки.

По результатам геохимической детализации части Чипчикской площади также выявлена концентрически-зональная аномалия ГП в ранге рудной зоны. Общее представление о пространственном положении и размерах рудной зоны отражено в полярно-зональной структуре ГП бария и ниобия, замкнутой почти по всему периметру. Ее площадь составляет около 3 км², но нельзя исключить, что исследованный фрагмент не является основным рудообразующим центром, который может быть расположен на юго-восточном фланге ядра системы в ранге РУ (рис. 3).

Золото в кольцевой структуре занимает фланговую позицию и коррелируется с медью, молибденом, цин-

ком, никелем, ванадием и другими рудными элементами (рис. 5).

Асимметричное положение ядра системы связано с его пологим погружением в юго-восточном направлении, что расширяет перспективу этого объекта. Элементный состав Чипчикской аномалии заметно отличается от состава Укочикитской аномалии и, по всей видимости, относится к медно-молибденовой формации, что вполне соответствует известной связи медно-молибденовых объектов с благороднометальной минерализацией на флангах. Таким образом, на площади лицензии размещен крупный фрагмент полиформационного рудного узла с медно-молибденовой и золотосульфидной минерализациями.

Ни в геологических визуализируемых явлениях, ни в геофизических полях концентрическая зональность естественных геохимических аномалий не находит отражения.

Выводы

- 1) на стадии подготовки лицензии не обеспечена локализация металлогенического таксона в ранге рудного узла. По этой причине контуры лицензии не имеют должного прогнозно-геологического обоснования;
- 2) на первом этапе поисков не локализованы рудные поля в составе рудного узла. По этой причине геолого-геохимическая детализация не обеспечивает полноты поисков;
- 3) геолого-геофизические исследования, традиционно составляющие значительную долю в составе средне-масштабных поисковых работ, не обеспечивают в должной мере, по объективным причинам, локализацию искомых рудных объектов. Роль их становится необходимой при изучении рудных зон — рудных тел на стадии геолого-экономической оценки (гидрогеология, физико-механические и технологические свойства руды и вмещающей породы, экология). На поисковых стадиях следует использовать геологическую основу предшественников, с последующей корректировкой карт по результатам структурно-геохимического моделирования. Геолого-генетические исследования и история геологического развития территорий должны быть прерогативой академических и тематических работ в контексте развития наук о Земле;
- 4) ориентированные сети геохимического опробования следует заменить квадратными для более обоснованного оконтуривания кольцевых структур;

5) целенаправленное изучение структур геохимических полей повышает эффективность среднемасштабных поисков и обеспечивает оценку поисковой изученности при одновременном снижении стоимости ГРП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григоров С.А. Нелинейная структура геохимического поля рудообразующей системы // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 8. — С. 50–54.
2. Григоров С.А. и др. Особенности строения Наталкинского золоторудного месторождения и основные поисковые признаки // Отечественная геология. — 2007. — № 3. — С. 43–50.
3. Геологическая модель Карамкенского месторождения / А.А. Некрасов, Л.Н. Бельчанская, М.В. Юдин. <http://gold.1prime.ru/aurum79/deps/karamk1.html>

© Григоров С.А., 2015

Григоров Сергей Александрович // grigorovrim@mail.ru

УДК 553.981+553.982

Фурсов В.З. (ФГУП «ИМГРЭ»)

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ПОИСКАХ И КАРТИРОВАНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ

*Приведены некоторые вопросы использования углеводородов для практических целей. Рассмотрены также ртутные ореолы газовых и нефтяных месторождений в различных регионах с акцентом их значимости для выделения перспективных площадей в условиях южных и северных регионов с вечной мерзлотой. **Ключевые слова:** нефть, газ, поиски, картирование, ртутные ореолы, подпочвы, атмосферы.*

Fursov V.Z. (IMGRE)

CHEMICAL ELEMENTS AND THEIR CONNECTIONS BY SEARCHES AND MAPPING OF THE OIL AND GAS AREAS

*Some questions of use of hydrocarbons for the practical purposes are given. Considered some problems are discussed of hydrocarbon use for practical purposes. Mercury halos of gas and oil fields are considered in different regions with the stress on their significance to delineate most promising areas in southern and northern regions with permafrost. **Key words:** oil, gas, prospecting, mapping, mercury halos, subsoil, atmosphere.*

В нефтяных и газовых месторождениях по данным Н.А. Кудрявцева, В.И. Карцева, В.А. Соколова и других авторов фиксируются повышенные концентрации Al, B, Br, V, Fe, I, Cd, Ca, Co, Mg, Cu, Mo, As, Na, Pt, Hg, Pb, S, Ag, Sr, Ti, U, P, Cr и Zn [3, 7]. Кроме этого, можно предполагать в этих месторождениях концентрирование практически всех известных химических элементов и их различных соединений.

Газовые и нефтяные месторождения представляют собой источники, из которых образуются аномальные потоки химических элементов и различных углеводородов, мигрирующих к поверхности, что приводит к формированию наложенных ореолов в перекрывающих породах [1].

Из газообразных органических соединений наиболее широко распространены в природе метановые (парафиновые) углеводороды, которые проявляются в ат-

мосфере Земли, почвах, в осадочных и других породах. Углекислый газ является конечным продуктом окисления углерода и хорошо растворяется в воде. Источники CO₂ в недрах Земли многочисленны, но главными являются глубинные магматические породы [9].

В обычных условиях элементарный водород существует в виде двухатомных молекул и является хорошим восстановителем, а иногда основным компонентом газовой фазы метаморфических и изверженных пород и встречается в породах осадочного чехла. Под действием радиоактивных излучений водород образуется при радиолизе воды. Свободный водород участвует в реакциях восстановления органического вещества, которые могут иметь важные значения при формировании нефтяных углеводородов.

Сероводород (H₂S) — бесцветный газ, сильнодействующий яд с запахом тухлых яиц. Он является сильным восстановителем и вредной примесью к природным газам.

Наибольшая концентрация кислорода (21 % по массе) фиксируется в атмосфере, где он образуется при процессах фотосинтеза. Азот химически мало активен и в свободном состоянии находится в атмосфере в концентрации 75,5 % по массе.

Группа инертных газов — гелий, неон, аргон, криптон, ксенон и радон. В естественных условиях они не образуют химических соединений и в природных газовых смесях присутствуют в незначительных количествах. Радон — радиоактивный газ с периодом полураспада 3,8 суток.

Нелетучие элементы в определенных термодинамических условиях на глубине могут соединяться с галогенами и углеводородами, образуя летучие соединения (бромистый алюминий, трехбромистый бор, шестифтористый вольфрам, бромистый германий, шестифтористый молибден, трехбромистый мышьяк, бромное и йодное олово).

Наибольший поисковый интерес представляют те элементы и соединения, которые имеют низкие кларки, летучи, однородно распределены в горных породах, имеют большие размеры ореолов, возможность определения закларковых концентраций, малые атомные или молекулярные размеры. Такими элементами являются Be, Br, Bi, W, Gd, Ga, Hf, Ge, Ho, Dy, Au, Y, Yb, I, Cd, La, Lu, Mo, As, Nd, Pr, Hg, Sm, Pb, Se, Ag, F, Cs, Zr и Eг. Среди них наиболее важной является ртуть, образующая летучие соединения с углеродными радикалами и галогенами, распределенная в горных породах, почвах, водах и атмосфере. По однородности она занимает второе место после кислорода и имеет малое число аномальных природных источников. Атомно-абсорбционный анализ ртути позволяет определять закларковые содержания в любых средах.

Для проведения эффективных геохимических исследований необходимо применять различные методы анализа нефти и газа. К ним относятся диффузионные, химические, хроматографические, масс-спектрометрические методы, ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия, ядерный магнитный резонанс и др.

Нефтегазоносная провинция имеет размеры 100–400 тыс. км² и большие объемы осадочных пород. В Рос-