

УРАЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2009,
№ 6 (72)

Содержание

<i>Общие вопросы геологии</i>	
Молчанов В.И., Э.А. Еганов, В.В. Параев. Необходимость революционной перестройки теоретических основ нефтяной геологии.....	3
Баренбаум А.А., Т.В. Литвинова, В.Е. Хаин. Геологические свидетельства влияния космоса на эволюцию жизни. Вендско-кембрийское биотическое событие.....	15
<i>Геология астроблем</i>	
Бойко Я.И., В.Ф. Коробков, Б.К. Баймагамбетов, П.К. Сапожников, К.Т. Улукпанов. Астроблема Жаманшин: нереализованные и предстоящие задачи исследований.....	40
<i>Петрохимия и петрография</i>	
Поляков В.Л. Критерии общей и специальной классификации базальтоидов: новые данные.....	51
Поляков В.Л. Особенности распределения средних составов 32-х видов пород диапазона нормальных плутонитов.....	66
Иванов О.К., Ю.К. Лебедев, А.А. Лямин. Плагиоклазиты и связанные с ними пегматиты, карбонатиты и ангидритовые породы в дунитах Косьвинского массива на Урале.....	74
<i>Геохимия</i>	
Кокин А.В. Стереогеохимия Ю.Г. Щербакова и проблемы геохимического картирования.....	88
<i>Научные совещания</i>	
Третья международная конференция «Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения».....	93
<i>Письма в редакцию</i>	
Иванов К.С. Необходимо ли редактировать дискуссии?.....	96
Кременецкий А.А. Письмо в редакцию.....	102
<i>Памятные даты</i>	
Буканов В.В. Сто лет со дня рождения Дмитрия Павловича Григорьева.....	103
<i>Потери геологии</i>	
Памяти Юрия Степановича Кобяшева (1935-2009).....	105
Памяти Валентины Глебовны Вигоровой (1937-2009).....	111
<i>Новые члены УАГН</i>	
Еганов Э.А., Молчанов В.И., Параев В.В.....	115
Баренбаум А.А.....	115
<i>Новые книги</i>	
Баренбаум А.А. «Галактоцентрическая парадигма в геологии и астрономии».....	117
<i>Информация</i>	
Содержание УГЖ за 2009 год.....	118
Список авторов УГЖ за 2009 год.....	121
Требования к авторам Уральского геологического журнала.....	123

© А. В. Кокин

**СТЕРЕОГЕОХИМИЯ Ю.Г. ЩЕРБАКОВА И ПРОБЛЕМЫ ГЕОХИМИЧЕСКОГО
КАРТИРОВАНИЯ**

*Международная академия минеральных ресурсов, Ростов-на-Дону,
E-mail: kokin.alexandr@gmail.com*

A.V. Kokin

**Y.G. SCHERBAKOV'S STEREOGEOCHEMISTRY AND PROBLEMS OF GEOCHEMISTRY
MAPPING**

International academy of mineral resources, Rostov-on-Don

Автореферат

Рассмотрены принципы космогеохимической классификации элементов по Ю.Г. Щербакову и примеры ее использования в практике геохимических съемок, металлогенического прогнозирования, поисков и оценки рудных месторождений.

Abstracts

Consider principles of cosmogeochemistry classification of elements by Y. G. Scherbakov and examples of its use in practice of geological and geochemistry observations, metallogenic prognostication, explorations and estimations of ore deposits.

*Светлой памяти учителя
посвящается*

Идея стереогеохимии Ю.Г. Щербаковым была заложена в его новых подходах к космогеохимической классификации элементов [1–5]. Как ни странно, но этот, казалось бы, сугубо теоретический подход в первую очередь заинтересовал именно производственников. Последнее можно объяснить тем, что выдвинутый замечательным русским ученым принципиально новый принцип геохимического классифицирования элементов не только обеспечил новые возможности для оценки перспектив малоизученных рудных объектов самого разного масштаба (узлов, полей, месторождений, рудопроявлений и точек минерализации) даже на самых ранних стадиях геологоразведочных работ [6], но и дал импульс для создания совершенно новой методики геохимического картирования.

Оригинальность идеи Ю.Г. Щербакова состояла в том, что геохимические свойства элементов он стал выводить не из их химических свойств, как это делали до него В.М. Гольдшмидт, В.И. Вернадский, Ф. Кларк, Г. Вашингтон, А.Е. Ферсман, А.П. Виноградов и многие их последователи, а из особенностей распределения элементов между фундаментальными космическими и геологическими субстанциями – углистыми хондритами,

геохимически мало дифференцированными океаническими базальтами и, напротив, относительно сильно дифференцированными в условиях земной коры осадочными горными породами – глинистыми сланцами. В результате тщательно проведенных расчетов и содержательного анализа Ю.Г. Щербакову удалось впервые построить истинно геохимическую (космогеохимическую по выражению самого автора) классификацию, которая, как уже указывалось выше, базировалась не столько на химических свойствах элементов, сколько на их поведении в глобальных геологических процессах (рис. 1). Последнее Ю.Г. Щербаковым как раз и оценивалось соотношениями атомных концентраций в упомянутых эталонах уровней геохимической дифференцированности – углистых хондритах, базальтах, глинистых сланцах. Из всего этого вытекает, что Ю. Г. Щербаков в основу своей классификации положил принцип необратимой эволюции глобальных процессов разделения химических элементов и, следовательно, перехода их в течение геологической истории из состояния рассеяния и взаимного разубоживания к отдельному накоплению. А поскольку прикладная геохимия изначально базируется на принципе

неравномерности распределения элементов в рудно-геохимических системах, то классификация Ю.Г. Щербакова как нельзя лучше открывала дорогу к геологически обоснованному геохимическому картированию

элементов в магматических, осадочных, метаморфических горных породах и рудных объектах самого разного масштаба и происхождения.

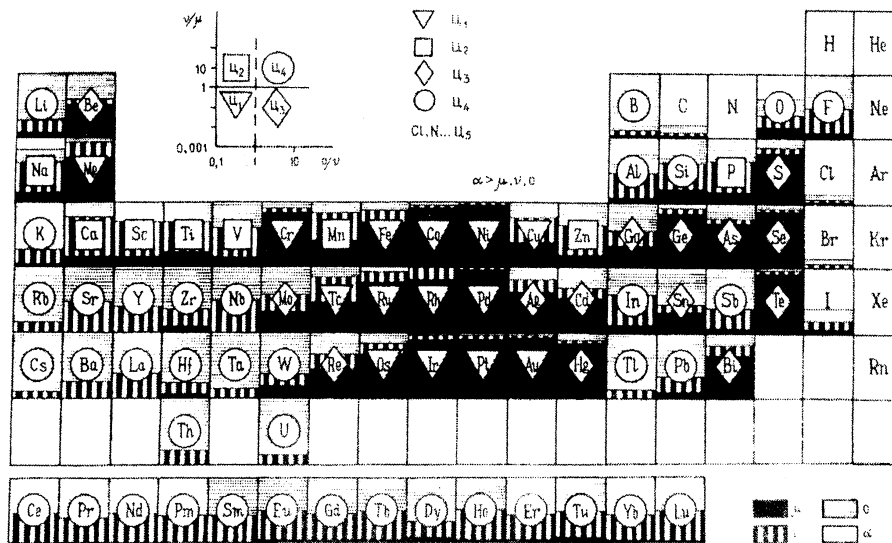


Рис. 1. Космогеохимическая классификация элементов Ю. Г. Щербакова, представленная в форме модифицированной периодической системы элементов [4]. *Легенда:* относительные концентрации элементов в метеоритном веществе (μ), базальтоидах (ν), осадочно-гранитном слое земной коры (o), водно-воздушной оболочке (α). *Геохимические группы элементов:* Ц₁ – центростремительных ($\nu/\mu < 1, o/\nu < 1$), Ц₂ – минимально-центробежных ($\nu/\mu > 1, o/\nu < 1$), Ц₃ – дефицитно-центробежных ($\nu/\mu < 1, o/\nu > 1$), Ц₄ – центробежных ($\nu/\mu > 1, o/\nu > 1$).

Очевидно, что созданием своей космогеохимической классификации Ю.Г. Щербаков совершил настоящую научную революцию. Благодаря этой революции, современные специалисты, изучая горные породы и руды, уже никогда не смогут решать проблемы происхождения источников металлов, причин и факторов дифференциации элементов на пути их движения от первоисточников к рудным месторождениям только жонглируя содержаниями элементов, кларками и тому подобными инструментами старозаветной геохимии. Примером эффективности применения научного метода Ю.Г. Щербакова при решении крупных задач прикладной металлогении может служить наш многолетний опыт работ в Восточной Якутии.

Использование автором настоящей статьи космогеохимической классификации элементов Ю.Г. Щербакова при региональном геохимическом картировании в масштабе 1:500000, а затем и в масштабах 1:200000–1:50000 потребовало изменения подхода к самой методике полевых и камеральных работ. Для этого было необходимо геохимически

типизировать весь стратиграфический разрез исследуемых районов, включая и комплексы изверженных пород (интрузивных, эксплозивных и т. д.). Такая работа, разумеется, требовала значительных расходов и могла быть реализована только в условиях устойчивого финансирования ГРП в советский период (1976–1986 гг.). Однако впоследствии о затиратах никто не пожалел.

В Якутском ПГО была разработана и принята к исполнению программа литолого-геохимического изучения разрезов геологических тел разных формаций и фаций, опережающего и сопровождающего геологические съемки масштабов 1:200000 и 1:50000. В ходе такого изучения вначале были рассчитаны региональные кларки 30 наиболее широко распространенных химических элементов [7, 8], это дало возможность: 1) геохимически районировать огромную территорию Восточной Якутии; 2) выделить геохимические провинции, узлы, поля избыточного, дефицитного, инертного распределения элементов, ранжируя их в рамках геологической истории формирования

осадочных, изверженных, метаморфических пород по относительным концентрациям групп центробежности-центростремительности элементов; 3) провести первичную разбивку территорий по степени перспективности на обнаружение рудных концентраций Au, Ag, Pb, Zn, Cu, W, Mo, Sn, Sb и других металлов.

Наиболее показательным примером успешности исследований, проведенных на основе геохимии Ю.Г. Щербакова, является опыт изучения золоторудной Аллах-Юньской провинции в Якутии. Выделение упомянутой провинции [9] подтвердило представления геологов о зональном распределении фаций золотого оруденения и о геохимической связи серебра с мышьяком и полиметаллами. Это позволило локализовать поиски золоторудных проявлений, приблизиться к открытию целого ряда промышленно перспективных объектов, выявить новые (после известного открытия В.А. Слезко и В.А. Ян Жин Шина) поля со стратифицированным золотым и золото-редкометалльным оруденением [10], пропущенным в ходе геологических поисков масштаба 1:200000 – 1:50000. Именно на этапе составления прогнозных геохимических карт и был использован стереогеохимический подход Ю.Г. Щербакова. Соответствующая процедура состояла в следующем.

Используя региональные кларки, закартированным геологическим телам (свитам, фациям, формациям, комплексам) придавался определённый цвет, отвечающий степени их обогащения элементами с разными геохимическими свойствами в понимании Ю.Г. Щербакова. При этом использовались группы сиалических и фемических оксифилов, сиалических и фемических гетерофилов. Затем на карту наносилось всё многообразие точек минерализации, рудопроявлений и месторождений, типизированных по этому же принципу. При совпадении результатов геохимической типизации осадочных пород и находящихся в них рудопроявлений по избыточному (в сопоставлении с региональными кларками) накоплению тех или иных рудообразующих элементов (Au, Ag, Sn, Pb, Zn, Cu, Cu, Sb, Hg, W, Mo и других металлов) делался вывод о рудогенерирующем потенциале соответствующих осадочных, метаморфических или изверженных горных пород, фаций, формаций. При несовпадении выделенных цветов, отражающих геохимическую специализацию, выискивался такой комплекс изверженных пород, который больше отвечал геохимической типизации рудных точек, проявлений,

месторождений и мог быть определен как вероятный геологический агент обогащения соответствующими металлами.

Эта новая информация, вытекающая из геохимической теории Ю.Г.Щербакова, позволила нам совершенно иначе взглянуть на закономерности пространственного и временного разделения рудных месторождений. В частности она дала возможность не только оценивать вмещающие толщи на тот или иной комплекс рудообразующих элементов, но и получить геологические сведения о процессах рудогенеза, пространственно связанных или не связанных с магматизмом и метаморфизмом. Например оказалось, что золото-редкометалльная минерализация обусловлена не только, (а иногда и не столько!) геохимическими особенностями изверженных пород, например, гранитоидов, сколько геохимической специализацией осадочных пород. Поэтому упомянутая минерализация обнаруживалась лишь там, где кислые интрузии прорывали черносланцевую толщу, обогащенную золотом. А самые перспективные золото-редкометалльные объекты оказались в толщах, содержащих особенно значительный сверхкларковый избыток золота (рудный объект Одержимый).

В настоящее время исследователи по-разному относятся к идее заимствования металлов из осадочных пород. Многие считают, что всякое предрудное обогащение осадочных субстратов является эпигенетическим. Однако наш опыт показал, что в конечном итоге для прогноза и поисков рудных месторождений причина появления избыточных (надкларковых) литоконцентраций (то ли на стадии осадкообразования, то ли на стадии эпигенетических преобразований толщ, включая метаморфизм) не является принципиальной. В южном Верхоянье Восточной Якутии, например, наиболее важным и достаточным в указанном смысле критерием оказалась ни к чему генетически не приписанная прямая корреляция уровня обогащения золотом черных сланцев позднего карбона-ранней перми со степенью их насыщения рудными проявлениями и количеством россыпей, образованных за счет этих проявлений.

Еще одним удивительным примером эффективного приложения приемов стереогеохимического картирования явилось открытие в Якутии уникального проявления сульфидно-марганцевых (алабандиновых) руд в пределах Хороньского рудного узла [11, 12].

Долгое время выделенный верхнепермский уровень надкларковых концентраций марганца в терригенной толще не привлекал особого внимания. Хотя относительное обогащение этого уровня избыточными гетерофилами сиалической группы из групп дефицитно-центробежных (As, Ag, Bi, Ge, Sn) и центробежных (Pb) элементов в сочетании с фемическими дефицитно-центробежными (Mn) и центростремительными (Fe) элементами указывало на вероятность обнаружения в этой толще серебряно-полиметаллических минерализаций, обогащенных гораздо более центростремительными металлами, например, индием, марганцем и железом. Пространственная связь сульфидной Ag-Sn-Pb-Zn минерализации с кислым магматизмом ни у кого не вызывала сомнения. Но соответствующие интрузивные тела, если они располагались выше или ниже верхнепермского уровня, не несли признаков такой минерализации. И только при наложении на толщу верхней перми, обогащенную соответствующими металлами, интрузивные и субвулканические тела сопровождалась серебряно-полиметаллическими рудопроявлениями и месторождениями.

Серьезной проблемой оказалось объяснение избыточных концентраций марганца. Вначале не было никаких находок марганцеворудных объектов, кроме незначительных проявлений родохрозита и манганкальцита в полиметаллических рудах. И только в результате минералого-геохимического картирования масштаба 1:50000 с использованием упомянутых выше принципов и приемов был, наконец, выявлен перспективный марганцерудный объект – рудное поле Высокогорное, локализованное именно в пределах верхнепермского стратиграфического уровня, обогащенного не только центробежными элементами, но и минимально-центробежным марганцем. На этом объекте в пространственной связи с Ag-Sn-полиметаллической минерализацией получило развитие богатое родохрозит-алабандиновое оруденение, приуроченное к протяженным жилам и жильным зонам. Концентрация марганца в рудных жилах составила от 48 до 67 мас. %. И что самое поразительное, в этих марганцевых рудах В. И. Силаевым с коллегами из Института геологии КНЦ УрО РАН и Института геологии и геохимии УрО РАН были установлены концентрации индия (100–360 г/т), превышающие его средние содержания в полиметал-

лических месторождениях мира на порядок [13]. А ведь этот элемент ранее не определялся в толще (не было аналитических возможностей), хотя вполне мог бы и прогнозироваться на основании его принадлежности по Ю. Г. Щербакову к сиалическим малоподвижным дефицитно-центробежным элементам, типизирующим указанную толщу поздней перми. Теперь объект Высокогорный можно рассматривать как комплексное, а точнее сульфидное индиевомарганцевое потенциально промышленное месторождение.

В настоящее время научные достижения Ю. Г. Щербакова – выдающегося русского геохимика ещё недооценены. Большое, действительно, познается только на расстоянии. Но и теперь можно не сомневаться, что новые исследования в области рудной геохимии с использованием стереогеохимического подхода позволят сделать множество удивительных открытий даже в пределах хорошо изученных в геологическом отношении площадей.

Литература

1. **Щербаков Ю. Г.** Периодичность кларковых отношений и геохимическая эволюция земной коры // Доклады АН СССР, 1965. Т. 164. № 2. С. 451–454.
2. **Щербаков Ю. Г.** Геохимическая классификация элементов // Доклады АН СССР, 1965. Т. 164. № 4. С. 917–920.
3. **Щербаков Ю. Г.** Геохимическая эволюция Земли и эндогенное рудообразование // Золото и редкие элементы в геохимических процессах. Новосибирск: Наука, 1975.
4. **Щербаков Ю. Г.** Геохимическая эволюция и рудные формации // Проблемы эндогенного рудообразования и металлогении. Новосибирск: Наука, 1976. С. 217–229.
5. **Щербаков Ю. Г.** Периодическая система и космогеохимическое распределение элементов // Геология и геофизика, 1982. № 1. С. 77–87.
6. **Кокин А. В.** Оценка перспективности рудных объектов. Ростов-на-Дону: РостИздат, 2005. 383 с.
7. **Кокин А. В.** Региональные кларки (геофон) осадочных, изверженных пород и минералов, как основа геохимических поисков (на примере золотого оруденения в Юго-Восточной Якутии) // Повышение эффективности геохимических поисков в таёжных районах. Иркутск: Изд-во СибГЕОХИ, 1986.
8. **Кокин А. В., Кокина Т. И.** Региональные кларки осадочных пород Южного Верхоянья // Математика и ЭВМ в геологии. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1986.

9. **Кокин А. В.** Южно-Верхоянский мышьяковый геохимический феномен // Докл. АН СССР, 1984. Т. 277, № 1.

10. **Кокин А. В.** Геохимические аспекты генетической модели месторождений золото-кварцевой и золото-висмут-кварцевой формации Юго-Восточной Якутии // Генетические модели эндогенных рудных формаций. Т. 2. Новосибирск: Наука, 1985.

11. **Кокин А. В.** Уникальный марганцевый объект Якутии // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2006. № 6.

12. **Кокин А. В.** Геологические и минералого-геохимические особенности нового типа марганцевой минерализации // Проблемы чёрной металлургии, 2009. №1. С. 5–14.

13. **Силаев В. И., Лютоев В. П., Чайковский И. И., Петровский В. А., Кокин А. В.** Фактор размерности индивидов в минералогии // Минералогическая интервенция в микро- и наномир // Матер. Международного минералогического семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2009. С. 67–72.