

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 443 с.
2. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. – Л.: Наука, 1970. – 440 с.
3. Романенко В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органических веществ во внутренних водоемах. – Л.: Наука, 1985. – 294 с.
4. Бронзов А.Я. Верховые болота Нарымского края // Труды научно-исследовательского торфяного института. – 1930. – Вып. 3. – 100 с.
5. Львов Ю.А. К характеристике Иксинского водораздельного болота // Известия Томского отделения Всесоюзного ботанического общества. – 1959. – Т. 4. – С. 59–62.
6. Методы общей бактериологии / под ред. Ф. Герхардта и др. – М.: Мир, 1983. – Т. 1. – 536 с.
7. Тюремнов С.Н., Ларгин И.Ф., Ефимова С.Ф., Скобеева Е.И. Торфяные месторождения и их разведка. – М.: Недра, 1977. – 264 с.
8. Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. – Минск: Наука и техника, 1975. – 318 с.
9. Заварзин Г.А. Литотрофные микроорганизмы. – М.: Наука, 1972. – 323 с.

Поступила 06.04.2010 г.

УДК 550.845

## СТРУКТУРА АНОМАЛЬНОГО ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ КАК ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ОРУДЕНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОГОДНЕЕ-МОНТО)

Н.В. Гусева, Ю.Г. Копылова

Томский политехнический университет

E-mail: unpc\_voda@mail.ru

*Приведены результаты поисковых гидрогеохимических опытно-методических работ на Тоупугол-Ханмейшорской площади в районе золоторудного месторождения Новогоднее-Монто. Рассмотрен химический состав вод, особенности формирования геохимических типов вод как однородных геохимических совокупностей. Проанализирована структура аномального гидрогеохимического поля и выделены перспективные участки на обнаружение оруденения.*

### Ключевые слова:

*Гидрогеохимические поиски, геохимические типы вод, месторождение Новогоднее-Монто.*

### Key words:

*Hydrogeochemical prospecting, water geochemical types, Novogodneye-Monto deposit.*

### Введение

Наибольшее внимание в методике гидрогеохимических поисков традиционно уделялось вопросам разработки гидрогеохимических критериев оруденения. В практике геохимических поисков в качестве гидрогеохимических критериев чаще всего используют отдельные (прежде всего, рудогенные) химические элементы без учета их поведения в зоне гипергенеза, условий формирования водных потоков рассеяния, процессов обогащения вод химическими элементами, их миграции и удаления из водных растворов, взаимосвязи и взаимозависимости химических элементов в земной коре. Недооценка этих обстоятельств неизбежно ведет к выявлению множества аномалий, не имеющих рудогенной природы или не отражающих наличия месторождений. Это обстоятельство определяет необходимость использования в качестве поискового критерия наряду с уровнями концентраций химических элементов их взаимосвязанных и генетических комплексов в водах. На основе выделения и обоснования комплекса взаимосвязанных химических элементов в водах (генетических ассоци-

аций элементов) в последние годы разрабатывается положение о гидрогеохимических полях рудных месторождений как критериях потенциальной рудоносности недр. Понятие о гидрогеохимических полях введено в докторской диссертации Б.А. Колотова [1] и определяется как «некоторый объем в гидросфере, в котором концентрации химических элементов определяются взаимным влиянием геологического объекта и природных геосфер». Также признано, что их использование позволяет увеличить количество информации об оруденении и расширить возможности выбора характеристик, могущих служить поисковыми гидрогеохимическими признаками.

Примеры использования гидрогеохимических полей для характеристики потенциальной рудоносности глубокозалегающих горизонтов земной коры (по изучению наледей) и оценки рудоконтролирующих и рудоподводящих структур отмечается в докторской диссертации В.Н. Макарова [2]. На выявленной соподчиненности и определенных пространственных закономерностях поведения в водах ассоциаций химических элементов, отра-

жающих взаимодействие вод и отложений с разным уровнем концентрации вещества (рудовмещающими, околорудными, рудными) Ю.Г. Копыловой и др. [3] обосновывается использование гидрогеохимических полей как критериев потенциальной рудоносности недр. Выявление гидрогеохимических полей рудных месторождений теоретически определяется наличием на рудных месторождениях минералого-геохимической зональности [4, 5] и естественно предположить, что при взаимодействии вод с геохимически отличающимися образованиями в результате различных процессов, протекающих в системе вода – порода – руда, будет происходить обогащение вод разными компонентами. Задача состоит в том, чтобы понять механизм этого взаимодействия и научиться выделять ассоциации химических элементов на разных участках зон оруденения.

#### Методология исследований

Методология выделения гидрогеохимических критериев рудоносности на основе анализа гидрогеохимических полей оруденения базируется на их обусловленности минералого-геохимической зональностью прогнозируемых рудных районов, узлов и полей. Разрабатываемая методика успешно применена в условиях таежного ландшафта на северо-западном Салаире и в северной части Колывань-Томской зоны в пределах Томского выступа [6].

Новым этапом совершенствования методики стала реализация ее в районе с развитием многолетней мерзлоты в пределах Тоупугол-Ханмейшорской площади (район месторождения Новогоднее-Монто), которая располагается к северо-востоку от г. Лабитнанги, в районе 16-го км ж/д трассы Обская-Бованенково (рис. 1).

На 2007 г. Новогоднее-Монто являлось первым разведанным и единственным промышленным золоторудным объектом полярноуральской части Ямало-ненецкого автономного округа. Согласно разработанной модели месторождение Новогоднее-Монто связано с массивом диоритов и приурочено к зоне контакта известняков и вулканитов, нарушенного системой разрывов девонского и триасового возраста. В этой контактовой зоне развиваются скарны и локализуются магнетитовые залежи, к которым приурочен основной золото-сульфидно-магнетитовый тип минерализации. На месторождении проявлена также поздняя (предположительно триасового возраста) золото-сульфидно-кварцевая минерализация с околорудными березитами. Поздняя минерализация на месторождении имеет второстепенное значение [7].

Отрицательная среднегодовая температура предопределила развитие и сохранение в данном районе мощной толщи многолетнемерзлых пород, что наряду с высокой относительной влажностью и слабой испаряемостью оказывает значительное влияние на гидрогеологические условия района. Особенности стратификации подземных вод райо-

на обусловлены не столько строением и соотношением пород различных геологических комплексов, сколько мощностью и строением многолетнемерзлой толщи. В рассматриваемом районе мощность мерзлоты может достигать 300 м. В районе выделяются надмерзлотные, подмерзлотные воды и воды сквозных таликов по классификации Н.Т. Толстикова. Для гидрогеохимического опробования наиболее доступны воды деятельного слоя.

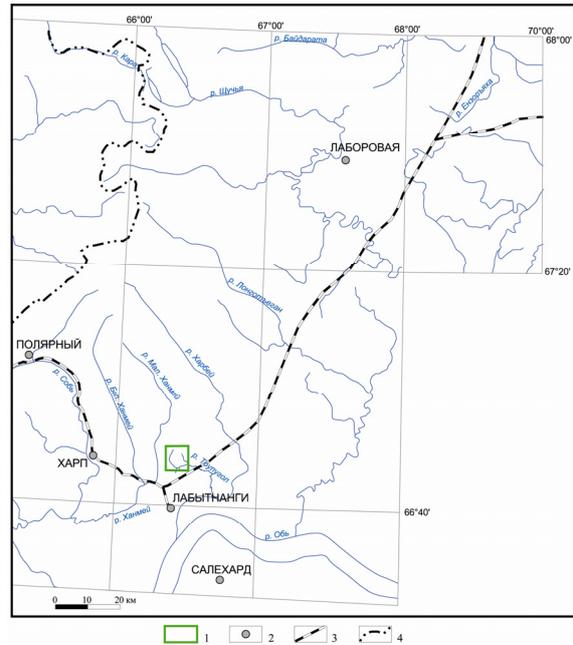


Рис. 1. Обзорная карта района работ: 1) площадь гидрогеохимических работ; 2) населенные пункты; 3) железная дорога; 4) административные границы

В результате гидрогеохимических исследований в 2004 г. на Тоупугол-Ханмейшорском междуречье с площади в 51 км<sup>2</sup> из заболоченностей, рек и ручьев отобрано 150 проб воды, выполнено масс-спектрометрическое определение около 65 компонентов.

В процессе поисковых опытно-методических работ на Тоупугол-Ханмейшорской площади в районе золоторудного месторождения Новогоднее-Монто в 2004 г. при традиционном анализе поведения в водах отдельных элементов и ассоциаций химических элементов были выделены гидрогеохимические потоки рассеяния химических элементов, пространственно группированные в 19 гидрогеохимических аномалий. Последние хорошо проявляются, как по уровням концентраций химических элементов, числу элементов-индикаторов с аномальными содержаниями, так и по численным значениям основных компонент факторного анализа (ассоциаций химических элементов) [7]. Вместе с тем, исследование структуры аномальных гидрогеохимических полей как критерия потенциальной рудоносности недр, что является основной целью настоящей публикации, позволяет отбраковать среди них аномалии, не имеющие рудной природы.

**Химический состав и геохимические типы вод**

Природные воды восточного склона Полярного Урала гидрокарбонатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые, кальциево-магниево-магниево, пресные с минерализацией от 26 до 456 мг/л. Геохимическая обстановка характеризуется значениями pH от 4,3 до 8,9 и значениями Eh от –54 до 388 мВ, табл. 1.

В исследуемых водах отмечается высокое содержание органических веществ, общее количество которых составляет 2...10 % от суммы растворенных солей. Ведущая роль принадлежит фульвокислотам (ФК), доля которых составляет 65 % от общего количества органического вещества. Содержание гуминовых кислот (ГК) не превышает 2,5 мг/л, что в 4...12 раз меньше концентраций фульвокислот, табл. 1. Особенностью химического состава вод междуречья рек Тоупугол и Ханмейшор является накопление в растворе таких элементов-гидролизатов, как Fe, Mn, Al, Ni, Co, которые в рассматриваемых водах достигают значительных концентраций [8].

**Таблица 1.** Характеристика химического состава природных вод Тоупугол-Ханмейшорской площади

Показатель	Ед. изм.	Значение		
		Среднее	Максимальное	Среднее для тундровых ландшафтов [9]
pH	–	7,3	8,9	6,5
Eh	мВ	152	388	–
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	104	403	61
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		2,5	122,0	4,8
Cl <sup>-</sup>		1,5	6,3	4,0
Na <sup>+</sup>		1,55	15,87	4,28
Mg <sup>2+</sup>		2,9	18,3	5,4
K <sup>+</sup>		0,39	7,47	0,84
Ca <sup>2+</sup>		23,0	88,0	13,0
Si		1,6	8,7	3,6
Минерализация		143	456	102
ФК		8,45	19,36	–
ГК	1,20	2,65	–	
Al	мкг/л	5,8	428,3	160,0
Cr		2,75	15,43	2,52
Mn		4,30	258,18	12,30
Fe		355	28978	200
Co		0,08	25,55	0,30
Ni		1,84	18,39	1,91

Согласно развиваемым в последние десятилетия представлениям, обогащение вод химическими элементами является результатом равновесно-неравновесного характера взаимодействия в системе вода – эндогенная порода [10, 11]. В основу изучения геохимических процессов в этой системе положены методы равновесной термодинамики и анализ элементарных реакций, совокупность которых описывает анализируемые физико-химические природные процессы.

Анализ геологического строения исследуемой территории показывает, что в рассматриваемом районе преимущественно распространены алюмоси-

ликатные породы с подчиненным развитием карбонатных. В этой связи основное обогащение вод химическими элементами происходит за счет процессов гидролиза алюмосиликатов и в меньшей степени – растворения карбонатов. Выполненный термодинамический анализ состояния равновесия природных вод относительно породообразующих минералов показал, что природные воды находятся в состоянии насыщения к гидроокислам Fe, каолиниту, монтмориллониту и на определенной стадии достигается насыщение к кальциту (арагониту).

По состоянию насыщения к вторичной минеральной фазе выделены четыре геохимических типа вод [11]:

1. Органогенный кислый железисто-алюминиевый.
2. Кислый кремнисто-органический.
3. Алюминиево-кремнистый.
4. Щелочной карбонатно-кальциевый.

Среди вод щелочного карбонатно-кальциевого типа выделены воды с концентрациями сульфат-иона более 10 мг/л, которые отмечаются в пределах техногенно-нарушенного тундрового ландшафта.

Все выделенные разновидности вод различаются по минерализации, pH и концентрациям типоморфных элементов и, прежде всего, алюминия, железа, кремния, кальция и сульфат-иона, табл. 2. По ионному составу природные воды разных геохимических типов преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Только в пятой геохимической разновидности существенно возрастает доля сульфат-иона, и воды можно отнести к сульфатно-гидрокарбонатному типу ионно-солевого состава. С усложнением состава геохимических типов вод повышается минерализация и pH вод, в ионном составе увеличивается доля кальция и уменьшаются процентные соотношения магния, натрия и калия, табл. 2.

Различаются выделенные геохимические типы вод и по содержанию микрокомпонентов. Закономерности концентрирования микрокомпонентов в разных геохимических разновидностях вод прослежены посредством анализа изменения средних значений химических элементов в них.

Так, ультрапресные слабокислые воды кислого кремнисто-органического геохимического типа обогащены литофильными элементами – Li, K, Rb, Cs, Ba, Be, Al, Cr, пегматитофильными – V, Zr, Mn, Sc, Y, La, Ce, Lu, Th, Hf, Ta, в меньшей степени сидерофильными – Au, Fe, Co, Ni, сульфохалькофильными – Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, As, Hg, Te, оксихалькофильными – Pb, Sn, Tl, Bi. В рассматриваемом типе вод складываются благоприятные для накопления элементов кислотно-щелочные условия.

Высокое содержание органических веществ способствует формированию органоминеральных комплексов, улучшающих их миграционную способность. С увеличением pH и минерализации наблюдается уменьшение концентраций большинства из вышеперечисленных элементов в водах других геохимических типов, особенно в водах, на-

сыщенных к кальциту. Подобное поведение обусловлено сорбцией элементов вторичными новообразующимися минералами.

**Таблица 2.** Характеристика химического состава геохимических типов вод Тоупугол-Ханмейшорской площади

Показатель	Метод анализа	Геохимический тип вод				
		Органо-генный кислый железисто-алюминиевый	Кислый кремнисто-органический	Алюминиево-кремнистый	Щелочной карбонатно-кальциевый	
pH	П	6,9	5,9	7,1	8,1	8,4
Eh, мВ	П	164	182	130	164	143
Удельная электрическая проводимость, мС/см	П	39,0	60,0	141,0	174,0	223,8
Концентрация, мг/л						
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Тб	0,96	4,29	1,33	3,28	38,53
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Т	51,8	64,7	141,9	175,4	155,7
Cl <sup>-</sup>	П	0,83	0,96	1,16	1,85	4,42
Ca <sup>2+</sup>	Т	5,6	5,2	25,5	45,5	53,8
Mg <sup>2+</sup>	Т	1,63	1,85	3,22	3,66	3,66
Na	ИСП-МС	0,89	1,16	1,55	2,12	2,64
K	ИСП-МС	0,44	1,66	0,62	0,61	0,69
Минерализация	–	65,0	93,0	192,0	239,0	264,0
Al	ИСП-МС	0,043	0,302	0,006	0,005	0,006
Si	ИСП-МС	0,89	3,28	3,01	2,00	1,50
Mn	ИСП-МС	0,084	0,377	0,003	<0,002	<0,002
Fe	ИСП-МС	0,964	5,229	0,533	0,494	0,475

ИСП-МС – масс-спектрометрический метод с индуктивно-связанной плазмой; Т – титриметрия; П – потенциометрия; Тб – турбидиметрия.

Отдельным элементам – комплексообразователям (Sr, Ti, U) свойственно увеличение концентраций с ростом pH и минерализации. Особенно это характерно для анионогенных элементов: Sb, Mo, W, Se, S, Re, Ir, для миграции которых благоприятны щелочные условия среды [12]. Перечисленные элементы достигают максимальных концентраций в водах щелочного карбонатно-кальциевого типа.

Для рудогенных элементов Au, Pt, Ag, Cd, Cu, Bi, As, Te, Zn и Li наряду с повышенными концентрациями в ультрапресных водах кислого кремнисто-органического типа характерно также наличие их повышенных концентраций в пресных водах щелочного карбонатно-кальциевого тип, формирование которого сопровождается активными сорбционными процессами. Таким образом, в пределах рудоносных площадей, несмотря на негативное влияние сорбционных процессов новообразующейся вторичной фазой, происходит аномальное обогащение вод микрокомпонентами, что создает благоприятные условия для проведения гидрогеохимических поисков.

### Обоснование структуры гидрогеохимического поля

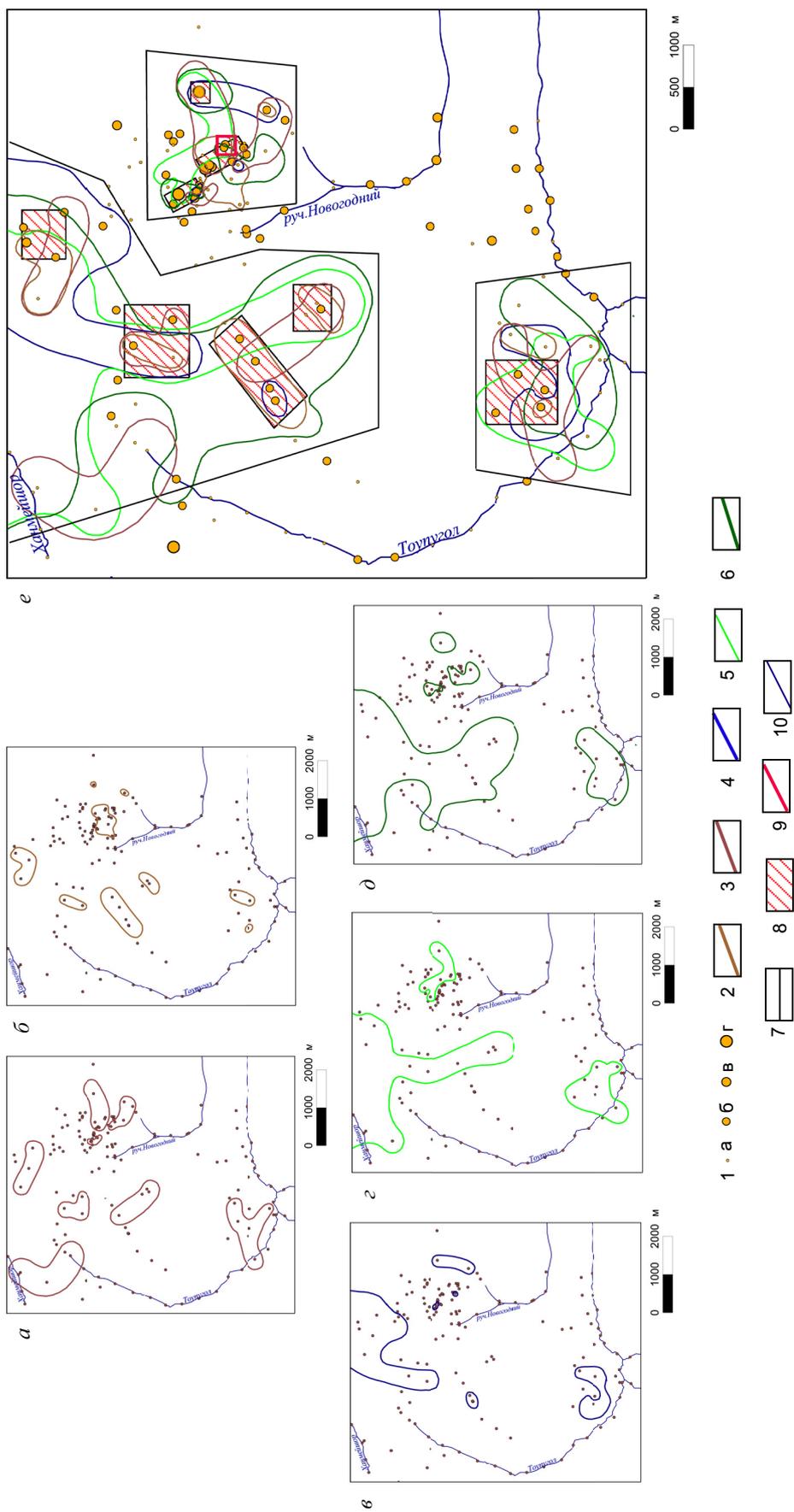
Выделенные геохимические типы вод представляют собой геохимические совокупности, однородность которых определяется единством процессов формирования их состава внутри каждого типа, а также масштабами разрушения горных пород. Вне зон обогащенной минерализации, т. е. на участках фонового распределения, характерен нормальный закон распределения химических элементов в геохимических типах. В районах с наличием возмущающих объектов правомерной является гипотеза о логнормальном распределении химических элементов.

Использование геохимических типов вод как однородных геохимических совокупностей позволяет провести статистическую обработку гидрогеохимических данных и повысить достоверность определения параметров распределения химических элементов в выделенных выборках. Рассчитанные параметры распределения использовались для определения степени контрастности химических элементов, в основу определения которой положен стандартизованный коэффициент контрастности (СКК), представляющий собой отношение вышефоновых концентраций элементов в геохимическом типе вод к стандартному отклонению (множителю). За фоновое содержание приняты средние геометрические (арифметические) содержания элементов в геохимическом типе вод при соответствии логнормальному (нормальному) закону распределения. За верхнюю границу фона [13] приняты значения стандартизованного коэффициента контрастности, равного 1. За минимальные аномальные приняты значения СКК от 1 до 2, умеренно аномальным значениям соответствуют СКК от 2 до 3, а СКК более 3 – резко аномальные значения.

При интерпретации гидрогеохимических данных, наряду с оценкой степени контрастности отдельных химических элементов, важным аспектом является выявление их взаимосвязи и взаимного пространственного положения в пределах исследуемого района.

Таким образом, в основу оценки перспективности Тоупугол-Ханмейшорской площади на обнаружение золотого оруденения положен анализ состава и структуры гидрогеохимического поля прогнозируемого оруденения.

Для исследования структуры гидрогеохимического поля произведено построение аддитивных ореолов химических элементов на основе суммарного показателя контрастности, рассчитанного посредством сложения СКК, превышающих 1 для элементов, входящих в одну геохимическую группу по классификации Садецки–Кардыша. Согласно этой классификации химические элементы объединены в пять групп: литофильные – Li, Na, K, Cs, Rb, Ca, Be, Sr, Si, Al; пегматитофильные – Ti, V, Zr, Mn, Sc, Y, P3Э, Th, U, Hf, Nb, Na, Mo, W; сидерофильные – Au, Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Pt; сульфохалькофильные – Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, As, Sb, Se, Te; оксихалькофильные – Ge, Sn, Pb, Ga, Tl.



**Рис. 2.** Гидрогеохимические карты ореолов литофильных (а); пегматитофильных (б); сидерофильных (в); оксигалькофильных (г) сульфохалькофильных (д) элементов и карта-схема аномальных гидрогеохимических полей золото-сульфидного оруденения скарновой формации (е).  
 Условные обозначения: 1) гидрогеохимические пробы, отражающие контрастность золот в значениях стандартизированных коэффициентов контрастности: а) менее 1; б) от 1 до 2; в) от 2 до 3; г) более 3; 2-6) аддитивные ореолы элементов: 2) литофильных; 3) пегматитофильных; 4) сидерофильных; 5) оксигалькофильных; 6) сульфохалькофильных; 7) условные границы аномального гидрогеохимического поля; 8) перспективные участки на обнаружение оруденения; 9) границы месторождения Новогоднее-Монго; 10) русла рек

Локализация комплексных гидрогеохимических ореолов показана на рис. 2. Ореолы литофильных элементов, рис. 2, а, отражающих магматические процессы, характеризуются наиболее широким распространением. Большая часть ореолов этой группы элементов сосредоточена в северной части площади в верховье р. Тоупугол и в верховье руч. Новогоднего в районе месторождения Новогоднее-Монто. Также достаточно широкий ореол отмечается в южной части рассматриваемого района в среднем течении р. Тоупугол. Проявление ореолов литофильных элементов пространственно несколько разобцено с участками распространения магматических образований, что может свидетельствовать об отражении в составе вод магматических комплексов, залегающих более глубоко.

Ореолы пегматитофильных элементов отражают остаточные явления в магматическом очаге и проявлены в северной части площади, на водораздельном пространстве р. Тоупугол и руч. Новогоднего, в районе месторождения Новогоднее-Монто и в среднем течении р. Тоупугол, рис. 2, б. Ореолы пегматитофильных элементов пространственно совмещены с ореолами литофильных элементов, но не имеют столь широкого распространения. Наиболее широкое их проявление отмечено в районе месторождения Новогоднее-Монто.

Ореолы сидерофильных элементов, которые четко проявляются в северной, южной части Тоупугол-Новогодненского водораздела и в районе месторождения Новогоднее-Монто, имеют меньшую площадь распространения, рис. 2, в.

Комплексные ореолы оксихалькофильных и сульфохалькофильных элементов отражают результат изменения пород при внедрении во вмещающие отложения магматического очага. Наиболее широко в пределах площади проявлены ореолы оксихалькофильных элементов, рис. 2, г. Самый крупный ореол простирается с севера рассматриваемого района от бассейна р. Ханмейшор вдоль водораздельного пространства р. Тоупугол и ручья Новогоднего. Меньший ореол отмечается в среднем течении р. Тоупугол в южной части площади. Несколько мелких ореолов отмечаются в районе месторождения Новогоднее-Монто.

Ореолы сульфохалькофильных элементов пространственно совмещены с ореолами оксихалькофильных элементов, но распространены менее широко, рис. 2, д, и отражают развитие зон сульфидизации.

Анализ совместного проявления комплексных ореолов позволяет проследить структуру гидрогеохимического поля прогнозируемого оруденения, которое представлено ореолами элементов, отражающих состав гидротермально-измененных отложений и специфику магматического очага. В результате исследования структуры гидрогеохимического поля выявлено три участка, соответствующие по рангу рудным геохимическим полям, рис. 2, е.

Месторождение Новогоднее-Монто в гидрогеохимическом поле проявлено очень хорошо. В районе месторождения локализуются ореолы литофильных и пегматитофильных элементов, отражающих спе-

цифику магматического очага, а также ореолы сульфидо- и оксихалькофильных элементов, сопровождающих участки распространения сульфидов. Формирующееся аномальное гидрогеохимическое поле имеет структуру, отражающую минералого-геохимическую зональность скарнового месторождения.

Наличие подобной структуры в пределах выделенных гидрогеохимических полей в центральной части рассматриваемого района и на правом берегу р. Тоупугол свидетельствует об их аномальности, а при совмещении с ореолами золота, определяет их перспективность на обнаружение оруденения.

Обоснование перспективных участков прогнозируемого золотооруденения выполнено посредством сопоставления мест локализации комплексных ореолов, отражающих структуру аномального гидрогеохимического поля, с информацией по контрастности золота в водах. Выделенные как перспективные на сульфидное золотооруденение скарновой формации участки характеризуются совмещением средне- и малоконтрастных ореолов золота с комплексными ореолами других элементов. В то же время, как показывает анализ рис. 2, е, выделяются контрастные ореолы золота, обособленные от ореолов других элементов и, возможно, отражают миграцию тонкодисперсного золота в потоках рассеяния золото-кварцевого оруденения. Подобное поведение золота свидетельствует о сложности и многообразии процессов, определяющих как рудообразование, так и формирование кор выветривания и развитие зон окисления в условиях многолетней мерзлоты.

#### Выводы

Показано, что аномальное гидрогеохимическое поле имеет структуру, определяемую взаимоотношением ассоциаций химических элементов в водах, связанную как с особенностями современной геохимической среды, так и с геохимической зональностью рудного месторождения, узла, района. Исследование структуры гидрогеохимического поля базируется на изучении взаимодействия в системе вода – порода – руда и на представлениях о разной миграционной способности химических элементов в определенной геохимической среде.

Выделение структуры гидрогеохимических полей как гидрогеохимического критерия прогнозируемого оруденения является значительным достижением в теории и практике гидрогеохимических поисков, поскольку обогащает опыт поисковой гидрогеохимии и указывает стратегию дальнейшего совершенствования этого метода.

Развиваемый подход создает основу для прогнозирования масштабов оруденения на основе количественных исследований процессов взаимодействия вод с вмещающими породами. Комплексное использование геологической, гидрогеохимической и геофизической информации позволит дать объективный прогноз масштабов потенциального оруденения и определить очередность проверки выделенных участков.

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колотов Б.А. Теоретические основы, методика и практика рациональных гидрогеохимических поисков рудных месторождений: автореф. дис. ... д.г.-м.н. – М.: Ротапринт ВСЕГИН-ГЕО, 1990. – 48 с.
2. Макаров В.Н. Геохимические поля в районах криолитозоны и поиски месторождений полезных ископаемых: автореф. дис. ... д.г.-м.н. – Якутск, 1990. – 34 с.
3. Копылова Ю.Г., Большаков Э.И., Неволько А.И., Бычков В.Я., Дутова Е.М., Полтанова Л.М., Потылицина М.З. Опыт применения гидрогеохимического метода при поисках полезных ископаемых на северо-западе Салаира // Гидрогеохимические поиски месторождений полезных ископаемых. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 55–71.
4. Коробейников А.Ф. Рудно-метасоматическая зональность на золоторудных месторождениях палеозойских складчатых областей // Метасоматизм и рудообразование: Тезисы докл. V Всес. конф. – Л., 1982. – С. 117–118.
5. Спиридонов А.М., Зорина Л.Д., Китаев Н.А. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. – 291 с.
6. Копылова Ю.Г. Структура гидрогеохимических полей как отражение минералого-геохимической зональности прогнозируемого оруденения // Матер. регион. конф. геологов Сибири и Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск, 2000. – Т. 2. – С. 122–125.
7. Копылова Ю.Г., Козубова И.С., Лукин А.А., Хвашевская А.А. Гидрогеохимические потоки рассеяния золотооруденения в условиях многолетней мерзлоты // Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология: Матер. конф., посвящ. 75-летию кафедры ГИГЭ ТПУ. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – С. 289–298.
8. Копылова Ю.Г. Гусева Н.В. Гидрогеохимия тундровых ландшафтов района месторождения Новогоднее-Монто // Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология: Матер. конф., посвящ. 75-летию кафедры ГИГЭ ТПУ. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – С. 314–320.
9. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
10. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода – порода. Т. 1. Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование / отв. ред. С.Л. Шварцев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 244 с.
11. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода. Т. 2: Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование / С.Л. Шварцев [и др.]; отв. ред. тома Б.Н. Рыженко; ИНГГ СО РАН [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 389 с.
12. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
13. Методическое руководство по гидрогеохимическим поискам рудных месторождений / П.А. Удодов, С.Л. Шварцев, Н.М. Рассказов, В.М. Матусевич, Р.С. Солодовникова. – М.: Недра, 1973. – 184 с.

*Поступила 19.04.2010 г.*