

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САМОЛАЗОВСКОГО ТИПА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛДАН)

Ворошилов В.Г., Боярко Ю.Г.

Исследована геохимическая зональность нового для Центрального Алдана геолого-промышленного типа золоторудных месторождений – самолазовского. Выявлены структуры аномальных геохимических полей различных иерархических уровней, связанные с оруденением этого типа. Предложена методика оценки эрозионного среза подобных плащеобразных рудных залежей на основе дискриминантного анализа.

Золоторудные месторождения Центрально-Алданского рудного района генетически связаны с мезозойскими щелочными и субщелочными магматитами и пространственно приурочены к ареалам их развития (см. рис. 1). Самолазовское золоторудное месторождение расположено в пределах Юхтинского рудного узла Центрально-Алданского золотоносного района. Самолазовский тип оруденения открыт в начале 90-х годов в процессе общих поисков при ГДП-50 [5]. К этому типу в пределах Юхтинского узла относятся Самолазовское и Гарбузовское месторождения и около десятка мелких проявлений и точек ми-

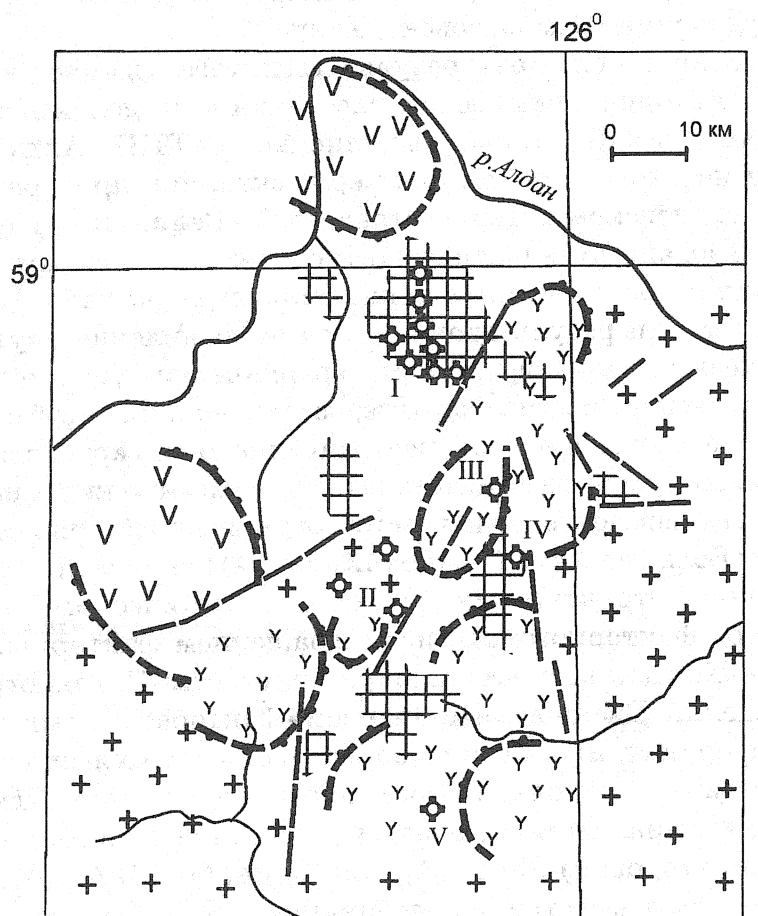
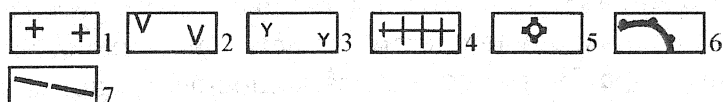


Рис. 1. Тектоническая схема Центрально-Алданского рудного района (по [6]).

1 – раннедокембрийский кристаллический щит; 2-4 – мезозойские магматиты: 2 – субщелочные сиениты и гранитоиды; 3 – щелочные сиениты и трахиты; 4 – ареалы даек щелочных мафитов, ультрамафитов, лампрофиров; 5 – золоторудные месторождения: I – Куранахского рудного поля, II – Лебединского рудного поля, III – Рябиновое, IV – Лунное, V – Самолазовское; 6 – магматические своды; 7 – основные сбросо-сдвиги



нерализации золота. Оруденение представлено субгоризонтальными залежами сульфидно-флюорит-полевошпат-кварцевого состава и зонами прожилково-вкрапленной минерализации того же парагенезиса. Из сульфидов, количество которых обычно не превышает 5%, развит, в основном, пирит, реже – галенит, халькопирит. Характерной особенностью оруденения рассматриваемого типа является его приуроченность к приконтактной зоне штокообразных массивов сиенит-граносиенитов лебединского комплекса. При этом рудные залежи локализируются в скарнах, а прожилково-вкрапленная минерализация приурочена к зонам тектонических нарушений внутри интрузивных пород. Ранее в регионе скарнов с промышленной золотоносностью не отмечалось, поэтому открытие Самолазовского месторождения вызывает вполне понятный интерес геологов в связи с перспективой выявления нового для Алдана золото-скарнового типа оруденения. Следует, однако, заметить, что субгоризонтальные золото-скарновые залежи Самолазовского месторождения в приповерхностных условиях практически полностью окислены и дезинтегрированы, что не исключает их существенного обогащения золотом уже в гипергенных условиях [1].

Оруденение сопровождается интенсивными первичными и вторичными ореолами широкого круга элементов. Набор их в целом типичен для Центрального Алдана, однако состав выявляемых ассоциаций химических элементов и характер их пространственных соотношений позволяет говорить о достаточно отчетливой специфике внутреннего строения аномальных геохимических полей, связанных с оруденением самолазовского типа.

В основу наших исследований положены результаты литогеохимической съемки масштаба 1:10000 по вторичным ореолам рассеяния в пределах Юхтинского массива и его обрамления (60 кв. км), выполненной ГУГПП «Алдангеология», и данные геохимического опробования керн скважин, пробуренных на месторождении Самолазовском артелью старателей «Селигдар». При обработке материалов использованы стандартные статистические программы, известные методы сглаживания наблюдений, а также авторские разработки. Основной упор при интерпретации результатов делался на выявление внутренней структуры геохимических полей различных иерархических уровней.

Геохимическое поле Юхтинского массива характеризуется наличием субмеридиональной полосы аномально повышенных концентраций широкого круга элементов, приуроченной к восточному контакту интрузива. По геохимическим данным [2] выделяется, как наиболее перспективный, участок, ограниченный ручьями Жильный, Карстовый и рекой Большая Юхта (участок Жильный) (см. рис. 2).

Для выявления внутренней структуры аномального геохимического поля нами использован R-метод факторного анализа с вращением факторных осей. Анализ проведен отдельно для всей площади работ, участка Жильного и Самолазовского месторождения. Вычисленные значения факторов, по смыслу соответствующие интенсивности проявления определенных геохимических ассоциаций, геометризованы с использованием программы Surfer. Для всей площади работ факторным анализом выделяется 3 устойчивых ассоциации главных элементов-индикаторов: 1) Pb, Bi, Ag, Cu; 2) Ba, Mn; 3) As, Au, Tl, (Ag, Cu). Серебро и медь входят в состав 2-х ассоциаций – золото-мышьяковой и свинцово-висмутовой. Характерно, что медь тесно коррелируется с золотом на участках с промышленным оруденением, на остальной площади Cu входит только в состав 1-го фактора. На рисунке 2 показано пространственное

размещение выделенных ассоциаций на изученной площади. Они объединяются в субмеридиональную дугообразную полосу размера порядка 10x3 км.

В пределах этой структуры, по масштабу соответствующей рудному полю, отчетливо выделяются 3 зоны – центральная, сложенная ассоциациями As, Au, Cu и Pb, Bi, Ag, промежуточная, где преобладает ассоциация Pb, Bi, Cu, Ag, и внешняя, с повышенными концентрациями Ba и Mn. Под геохимической ассоциацией здесь понимается комплекс элементов коррелирующих между собой в условиях принятой сети опробования. Геохимический спектр центральной зоны –  $Ag_{15}Pb_6Au_4As_3Cu_{2.7}Mn_{1.3}$ , промежуточной зоны –  $Ag_{17}Pb_{15}Cu_{2.3}Bi_{2.0}Au_{1.6}Mn_{1.6}$ , внешней –  $Ag_8Pb_5Mn_{3.4}Ba_{1.5}Cu_{1.3}Au_{1.0}$ . Промышленные месторождения обнаружены в центральной зоне, в промежуточной и внешней зонах известны только рудопроявления и точки минерализации.

Рисунок 3 демонстрирует структуру аномального геохимического поля участка Жильного. Здесь обособились 4 главных факторов, вклад которых в общую дисперсию составляет около 60%. Они формируют очень контрастную полузамкнутую концентрическую структуру, от центра к периферии которой последовательно сменяются ассоциации: (Mo, Ag) – (Au, As) – (Pb, Bi, Ag, Zn, Cu) – (Ni, Cr, Co). Конфигурация аномальной структуры позволяет предполагать приуроченность ее к пересечению субмеридиональных, субширотных и северо-восточных разрывов, из которых первые можно рассматривать как рудоподводящие.

На месторождении Самолазовском установлено зональное размещение геохимических ассоциаций в плоскости рудных залежей (см. рис. 4, 5). Наиболее золотоносная их часть характеризуется аномальным накоплением Au, Ag, As, Tl, Pb, Cu, Mo, Ni, V, Sb, W. При этом As, Ni, Tl, Sb тесно коррелируются с золотом и объединяются с ним в одну ассоциацию. Участки ее распространения в целом совпадают с контурами промышленных блоков. Ассоциация Pb, Bi, Ag, Zn, Cu распространена более широко, но преимущественно в восточной части месторождения. В западном направлении она сменяется на ассоциацию Ba, Mn, Cr, которая сопровождается умеренной и слабой золотоносностью.

Характерно, что наиболее золотоносные участки сопровождаются локальными аномалиями титана в лежащем и висячем боках рудных тел (рис. 5).

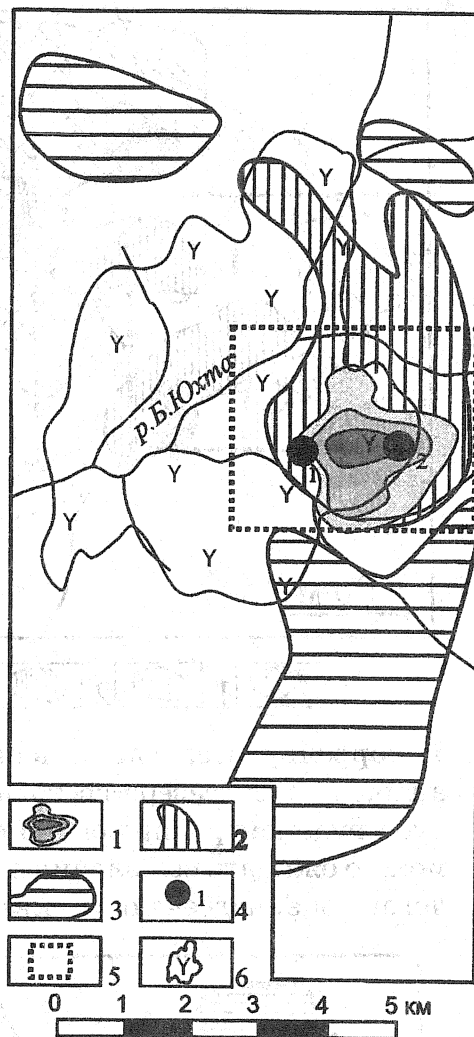


Рис. 2. Структура аномального геохимического поля площади работ.

1-3 – участки развития геохимических ассоциаций: 1 – Au, As, Cu; 2 – Pb, Bi, Ag, Cu; 3 – Ba, Mn; 4 – месторождения золота: 1-Самолазовское, 2-Гарбузовское; 5 – участок Жильный, изображенный на рис.3; 6 – контур Юхтинского массива

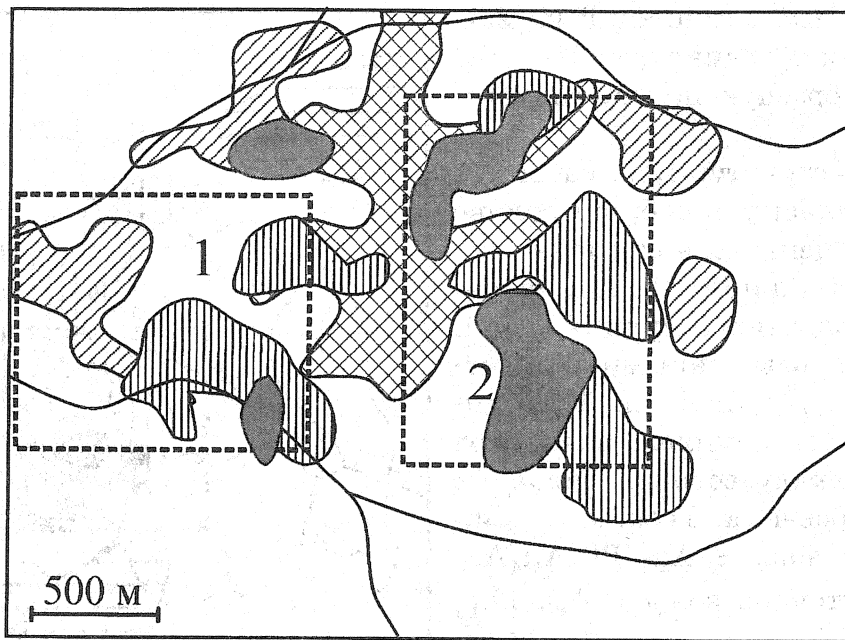


Рис.3. Структура аномального геохимического поля участка Жильного.

1-4 - участки развития геохимических ассоциаций: 1 - Mo, Ag; 2 - Au, As; 3 - Pb, Bi, Ag, Zn, Cu; 4 - Ni, Co, Cr; 5 - выявленные месторождения: 1 - Самолазовское, 2 - Гарбузовское



Ti коррелируется с Mo и, в целом, эта ассоциация распространена на участке в виде полосы северо-восточного простираения (рис.4). Возможно, она фиксирует рудоконтролирующую структуру ранга месторождения. В этом случае можно ожидать выявления высоких концентраций золота в нижележащей пологой зоне, подсеченной скважинами 712, 715.

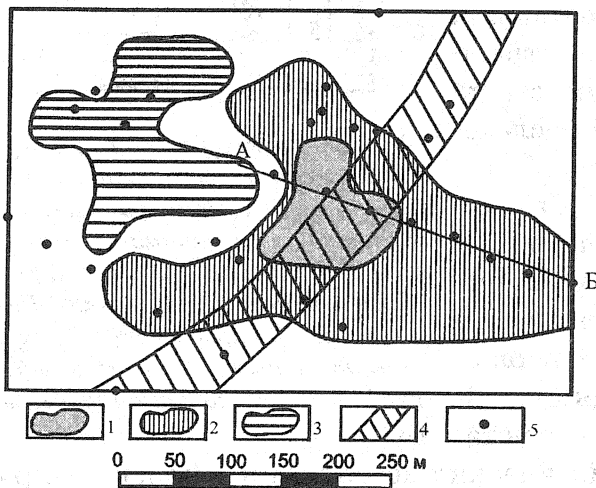


Рис. 4. Строение геохимического поля в плоскости рудной залежи Самолазовского месторождения.

1-4 - участки развития геохимических ассоциаций: 1 - Au, As, Ni, Tl, Sb; 2 - Pb, Bi, Ag, Cu, Zn; 3 - Ba, Mn, Cr; 4 - Ti, Mo; 5 - точки пересечения залежи буровыми скважинами

Пологий характер залегания рудных залежей Самолазовского месторождения делает весьма актуальным вопрос оценки уровня эрозионного среза оруденения этого типа. Попытки обоснования коэффициентов зональности на основе известного ряда Григоряна-Овчинникова успеха не имели, ввиду того, что вектор первичной осевой геохимической зональности направлен, судя по всему, субгоризонтально, а поперечная зональность в разной степени осложнена гипергенными процессами. Более определенные выводы получены нами при использовании дискриминантного анализа. Статистики, полученные по обучающей выборке с пробами из заведомо надрудных, рудных и подрудных интервалов (лямбда Уилкса менее 0.12,  $F(42, 140)=6.38$ ), указывают на на-

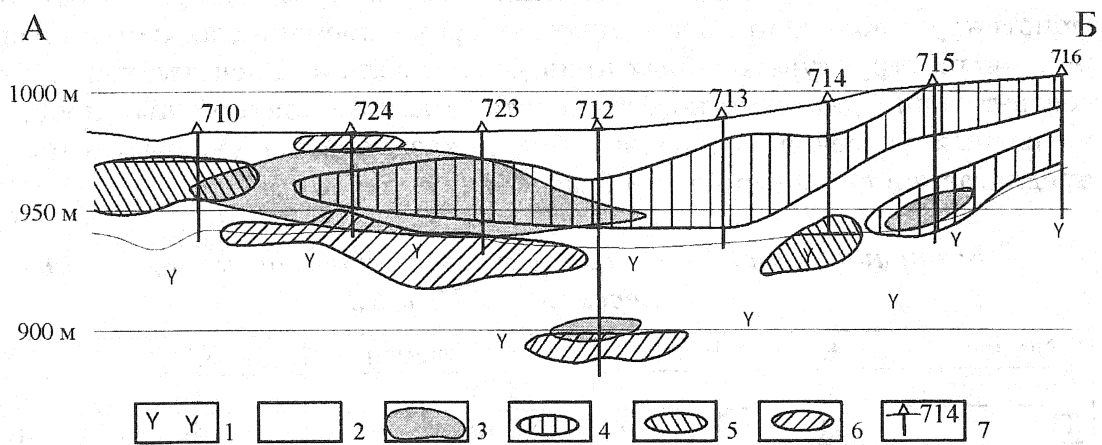


Рис. 5. Геолого-геохимический разрез через рудную залежь Самолазовского месторождения. 1 – сиениты, граносиениты Юхтинского массива; 2 – дезинтегрированные скарны с наложенной сульфидно-флюорит-полевошпат-кварцевой минерализацией; 3-6 – участки развития геохимических ассоциаций: 3 – Au, As, Ni, Tl, Sb; 4 – Pb, Bi, Ag, Cu, Zn; 5 – Ba, Mn, Cr; 6 – Ti, Mo; 7 – разведочные скважины

дежное разделение групп с вероятностью свыше 0.9999. Об этом же свидетельствуют высокие значения расстояний Махаланобиса между центрами выделенных кластеров (7.1 между надрудным и среднерудным, 21.5 между надрудным и подрудным и 30.1 между среднерудным и подрудным классами). Важно, что результаты дискриминации практически не изменяются при ис-

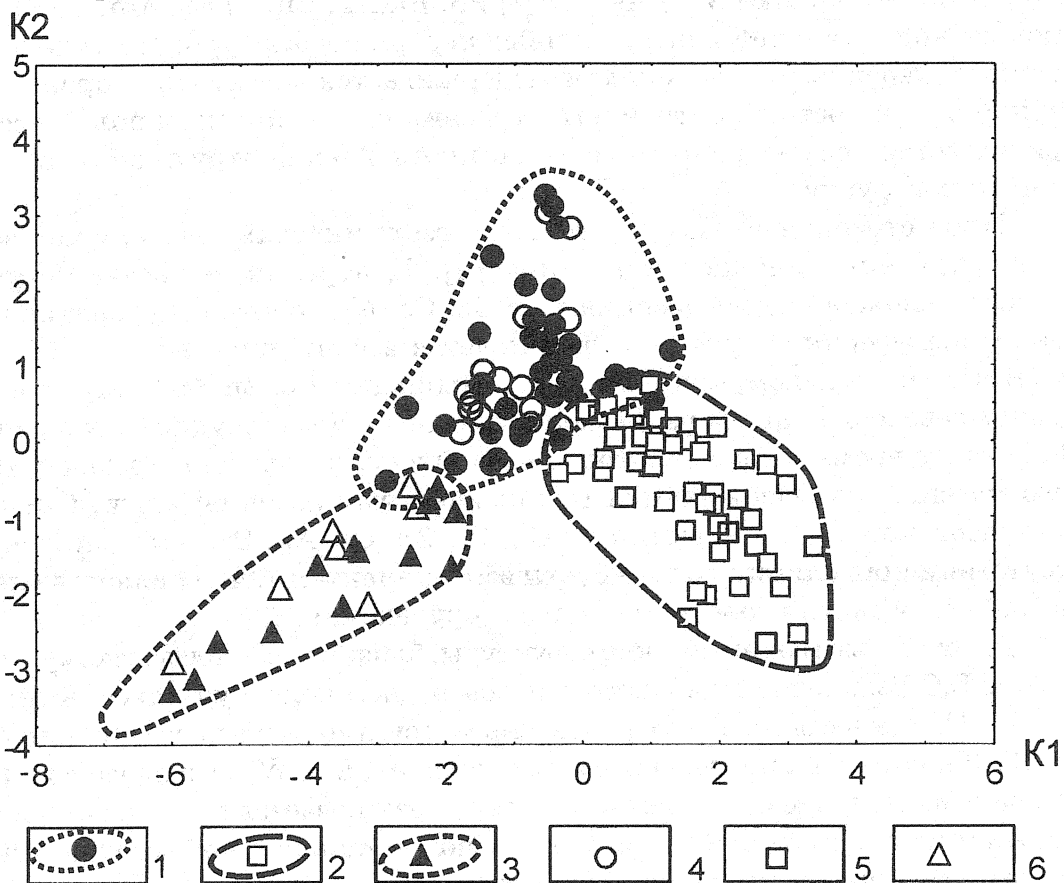


Рис.6. Результаты дискриминантного анализа. 1-3 – области распределения обучающих выборок в координатах канонических переменных K1 и K2: 1 – надрудная, 2 – среднерудная, 3 – подрудная; 4-6 – контрольные пробы из интервалов: 4 – надрудного, 5 – среднерудного, 6 – подрудного



ключении золота из состава переменных обучающей выборки. Рисунок 6 демонстрирует положение эталонных выборок в координатах канонических переменных, структура которых приведена в таблице. Расчеты, выполненные в соответствии с данными коэффициентами для 35 контрольных проб, взятых из разных участков месторождения, показали высокую работоспособность предлагаемой дискриминантной модели (см. рис. 6).

Таблица

*Матрица стандартизованных коэффициентов канонических переменных K1 и K2*

Элемент	K1	K2	Элемент	K1	K2
Ba	-0,29	-0,69	Cr	0,58	0,22
Pb	0,04	-0,16	Bi	0,46	-0,21
Cu	0,46	-0,38	Mo	-0,06	0,21
Pb	-0,45	-0,76	La	-0,11	0,66
Sn	0,21	0,03	Ag	-0,13	-0,23
Ti	-0,80	-0,28	Zn	-0,38	0,54
As	0,21	-0,45	Ni	-0,39	0,07
V	0,47	0,17	Co	-0,16	-0,02
Mn	0,48	0,33	Au	0,51	-0,06
W	0,28	0,07			

Итак, характерными геохимическими ассоциациями самолазовского типа оруденения являются 1) As, Au; 2) Pb, Bi, Ag, Cu; 3) Ba, Mn. Состав их несколько видоизменяется на различных иерархических уровнях вследствие частичного перекрытия, но в целом выдерживается достаточно хорошо. Характерной особенностью внутреннего строения геохимических полей всех уровней является приуроченность ассоциации As, Au к центру аномальных геохимических структур.

Иное строение имеют аномальные геохимические поля, сопровождающие оруденение рябиновского типа [4]. Центральные части аномальных структур сложены здесь ассоциацией Cu, Co, Ni, золотое оруденение приурочено к периферии структур и фиксируется ассоциацией Au, Ag, As, W при очень низких, в целом, концентрациях мышьяка. Pb, Zn, Mo приурочены к северо-западным разрывам и связаны с позднерудной минерализацией. В то же время, слабо золотоносные скарны, развитые в пределах Рябинового массива, сопровождаются геохимическими ассоциациями, близкими к самолазовскому типу, в частности Cu, Pb, Zn, Co, Ag. Отличие заключается в отсутствии корреляции золота с другими элементами, что является следствием слабого развития золото-скарнового оруденения.

Аномальные геохимические структуры, близкие к самолазовскому типу, выявлены В.С.Балахоновым в Колтыконском рудном поле (куранахский тип оруденения) [1]. Здесь в эпицентрах рудоносных структур развита ассоциация Ag, Au, Cu, Bi, Pb, которая к периферии сменяется на As, Mo, W, Cr и далее – на Ba, Mn. Как видим, различие с самолазовским типом заключается в нарушении корреляции Au и As и более тесной связи золота с полиметаллической ассоциацией. В целом эти два типа близки по строению аномальных геохимических структур, что связано, возможно, с одинаковым уровнем среза рудно-метасоматических систем.

Показательно в этом плане строение геохимических полей золотоносных тектонических швов, примером которых является зона Федоровская [3]. В ее пределах выделено несколько геохимических структур ранга месторождений, в корневой зоне которых развита ассоциация Ti, V, на среднерудном уровне – Cu, Co, Ni, Au, во фронтальной части – Pb, U, Au, Mo, W. Зона расположена вблизи Рябинового массива, поэтому появление в ней «рябиновской» ассоциации Cu, Co, Ni можно интерпретировать как однотипность источника оруденения для этих двух объектов. С запада на восток Эльконского горста минерализация в тектонических швах постепенно сменяется с калишпат-пирит-карбонатной на кварц-молибденитовую, что сопровождается разрушением корреляции Cu с Co, Ni.

Если, в соответствии с явлением скейлинга, рассматривать зону Федоровскую как модель рудоносной системы более крупного ранга, можно предположить, что оруденение Рябинового массива и соседствующих с ним тектонических швов является более глубинным, чем руды самолазовского и куранахского типов. Последние формировались практически на одном уровне и различие их обусловлено лишь характером рудовмещающих пород. Это предполагает контроль самолазовского и куранахского типов оруденения одними и теми же тектоническими структурами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцов В.Е., Лабунь А.Н., Пилипенко Г.Н. Самолазовский тип золоторудных месторождений Центрального Алдана – благоприятный объект для кучного выщелачивания//Горный журнал. 2002. №2. С.30-32.
2. Боярко Г.Ю. Построение карт ранговой дисперсии геохимического поля//Международный симпозиум по прикладной геохимии стран СНГ. М.:ИМГРЭ, 1997. С.231-232.
3. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. О закономерностях размещения оруденения в тектонических швах//Руды и металлы. 2001. №5. С.161-163.
4. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. Структура аномального геохимического поля золото-порфирового оруденения Рябинового массива (Центральный Алдан)// Прикладная геохимия. Выпуск 3. Прогноз и поиск. М.: ИМГРЭ, 2002. с.162-169.
5. Гусев В.Н., Элюев В.К., Боярко Г.Ю. Самолазовское золото-скарновое месторождение (Центральный Алдан)//Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых Сибири. Томск: ИПФ ТПУ. 2000. С.108-117.
6. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.:МАИК «Наука/Интерпериодика». 2001. 571 с.

#### Abstract

Geochemical zoning of new geological and productive type of gold mineralisation for Central Aldan - samolazovsk - has been studied. Some specific peculiarities of initial structure of anomalous geochemical fields of various hierarchic levels connected with mineralisation of this type have been revealed. Method for assessment of erosional truncation level of cloak-like deposits was suggested on the basis of discriminant analysis.