

УДК 553.411.9

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЗОЛОТОМ ОРУДЕНЕНИИ ПРИКОЛЫМСКОГО СЕКТОРА ПЕРИВУЛКАНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

© 2004 г. В. А. Сидоров, А. В. Альшевский, А. В. Волков,  
член-корреспондент РАН А. А. Сидоров

Поступило 27.07.2004 г.

В Приколымском секторе перивулканической зоны Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) обнаружены проявления необычного комплексного золотого-серебро-сульфидно-редкометалльного оруденения, которые могут стать промышленно перспективными в ближайшем будущем [1]. Во многом аналогичное оруденение недавно выявлено на месторождении Аркачан в Западном Верхоянье [2] и обнаружено на Северо-Западе штата Невада (США), в непосредственной близости от месторождений Карлинского типа [3]. Новые данные об этом типе оруденения получены в последние годы при изучении Тэутэджакского рудного поля, расположенного в Приколымском секторе перивулканической зоны ОЧВП. Перивулканическая зона рассматривается А.А. Сидоровым и др. [4] в качестве области тектономагматической активизации мезозой, связанной с деятельностью ОЧВП и расположенной вдоль внешней границы этого вулканогенного пояса. Строение Приколымского сектора определяется двумя региональными структурами – Аян-Юряхским антиклинальным поднятием мезозой и перекрывающим его ОЧВП.

Тэутэджакская перспективная площадь находится внутри Омчанской кольцевой магматогенной структуры [5]. Эта структура, расположенная в междуречье Детрина и Анмагынды, имеет округлые очертания и размер в поперечнике около 45 км (рис. 1). На северо-западе и северо-востоке она ограничена крупными линейными разрывными нарушениями.

В северной и северо-восточной частях основания Омчанской структуры преобладают осадоч-

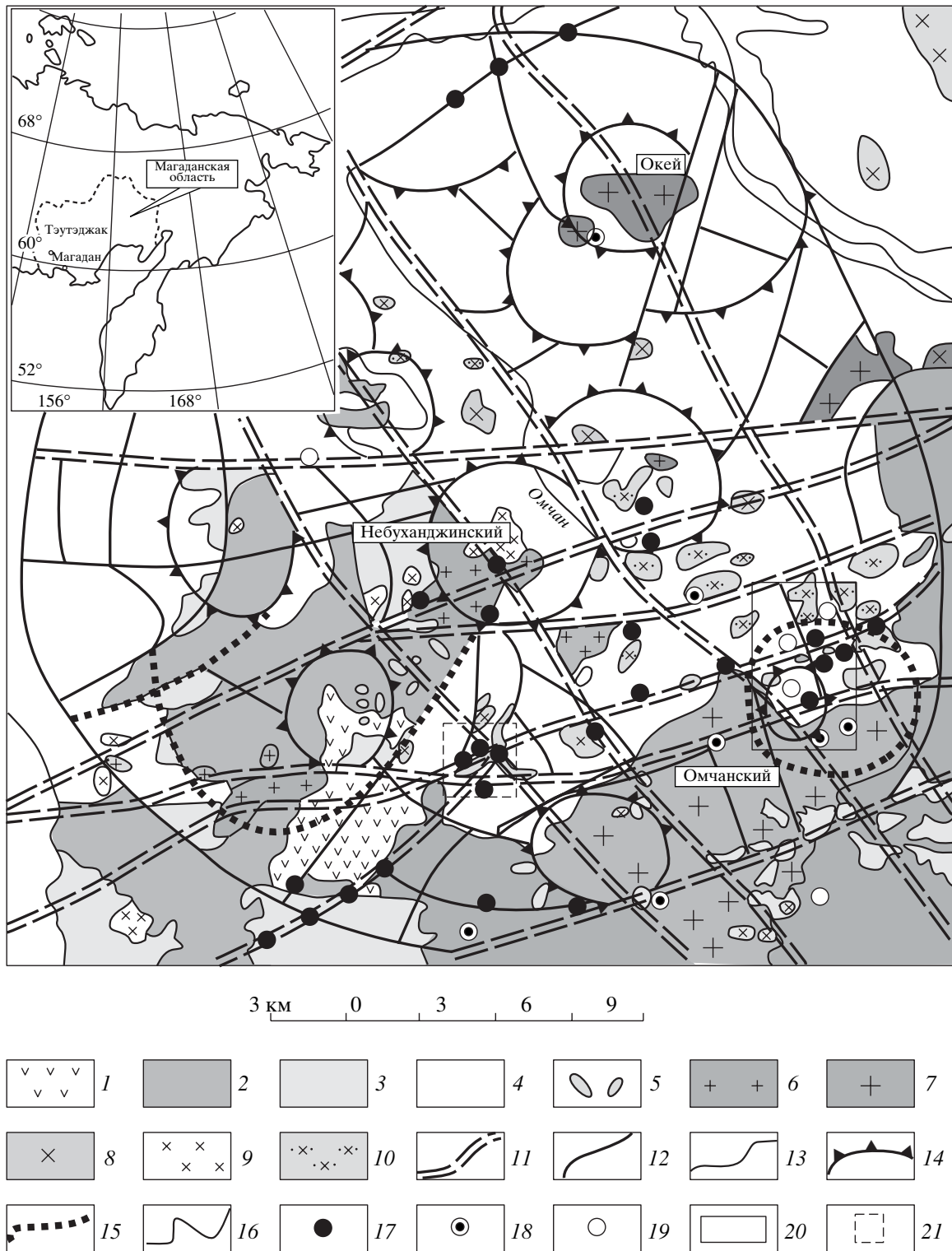
ные породы пермо-триасового возраста, образующие слабо выраженную брахиантиклинальную складку с углами падения пород на крыльях  $15^{\circ}$ – $20^{\circ}$ . В западном и юго-западном секторах Омчанской структуры широко развиты вулканиты позднемелового возраста, образующие субмеридиональную полосу шириной 10–15 км; в южном и юго-восточном секторах, а также в ее центральной части располагаются интрузивные массивы преимущественно гранитоидного состава, наиболее крупным из которых является Омчанский массив. Кроме этого, юго-восточный сектор Омчанской структуры насыщен интрузиями диоритовых порфиритов, относимых к нерабохапчинскому комплексу.

Тэутэджакское рудное поле расположено на пересечении крупного разрывного нарушения северо-западного простирания и нескольких разломов субширотного простирания. В центральной части рудного поля по гравиметрическим данным (на глубине 400–500 м) фиксируется объект, который может быть интерпретирован как шток кислого состава – самостоятельный или представляющий собой апофизу Омчанского массива. Рудоносная структура рассечена разрывными нарушениями, наиболее выраженными из которых являются субширотные и сопряженные с ними северо-восточные и восток-северо-восточные.

Выявленные рудопроявления представлены гидротермальными прожилково-жильными образованиями и минерализованными зонами дробления (рис. 2), а в ряде случаев приурочены к пласту скарнированного монотисового ракушечника. При этом повышенная золотоносность скарнов отмечается только в тех случаях, где на них наложены более поздние прожилки с рудной минерализацией. Рудные зоны представлены системами разноориентированных прожилков – субмеридиональная ( $350^{\circ}$ – $10^{\circ}$ ) и северо-западная ( $120^{\circ}$ – $140^{\circ}$ ).

Рудная зона “Центральная” прослежена на расстояние более 2 км. Общая мощность ее как полосы метасоматически измененных пород, вмещающих рудоносные образования, составляет около 200 м (рис. 2). Распределение гидротер-

Северо-Восточный комплексный  
научно-исследовательский институт  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук, Магадан  
Институт геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии  
Российской Академии наук, Москва



**Рис. 1.** Схема геологического строения Омчанской магматогенной структуры (по Р.Б. Умитбаеву [5] с изменениями и дополнениями). 1–3 – альб-туронские вулканиты (сверху вниз): 1 – андезито-базальты, 2 – риолито-дациты и их туфы, 3 – андезито-базальты и их туфы; 4 – терригенные породы верхоянского комплекса; 5 – палеогеновые базальты; 6–8 – позднемеловые интрузии: 6 – гранит-порфиры, 7 – граниты, 8 – гранодиориты; 9, 10 – позднеюрские интрузии и силы диоритов и диоритовых порфиров; 11 – “сквозные” разломы; 12 – граница и 13 – “каркасные” разломы Омчанской структуры; 14 – купольные и 15 – кольцевые (неясного генезиса) локальные очаговые структуры; 16 – геологические границы; 17–19 – рудопроявления: 17 – золотые и золото-серебряные, 18 – оловянные, 19 – полиметаллические; 20 – границы Тэутэджакской перспективной площади; 21 – Сентябрьское рудное поле.



**Рис. 2.** Схематический геологический план Центральной части месторождения Тэутэджак. 1 – четвертичные отложения; 2 – терригенные породы верхоянского комплекса; 3 – позднеюрские штоки, силы и дайки диоритов и диоритовых порфиритов; 4 – рудные зоны; 5 – разведочные канавы.

мальных образований с золото-редкометалльной минерализацией в пределах этой полосы крайне неравномерное как в продольном (субмеридиональном), так и в поперечном (субширотном) направлениях. Интервалы максимально измененных пород характеризуются повышенными содержаниями золота, висмута, меди, серебра, никеля и кобальта. В прожилках, кроме пирротина и арсенопирита, встречаются халькопирит, галенит, молибденит. В пирротинизированных скарпах рудной зоны установлена вкрапленность теллуридов висмута, золота, арсенопирита. По данным бороздового опробования в интервале мощностью 15 м среднее содержание золота составило 4,7 г/т.

Золотосодержащие гидротермальные образования Тэутэджакского рудного поля сформирова-

лись в четыре стадии (рис. 3). Рудные минералы первой стадии образуют рассеянную сульфидную вкрапленность и сульфидные прожилки, сложенные главным образом пирротином при резко подчиненных количествах арсенопирита, лёллингита, а также сфалерита, халькопирита, пирита, ильменита (рис. 4). Рудная минерализация второй (сульфидно-силикатно-кварцевой) стадии также существенно пирротиновая с переменными количествами арсенопирита, лёллингита и с незначительным количеством сульфидов меди, цинка и железа. Она близка к предшествующей рассеянной, отличаясь более крупной (до 5–10 мм) размерностью зерен минералов и их большей степенью концентрирования (5–10, до 30–50 %) в жильных образованиях. Сульфидные минералы второй стадии тя-

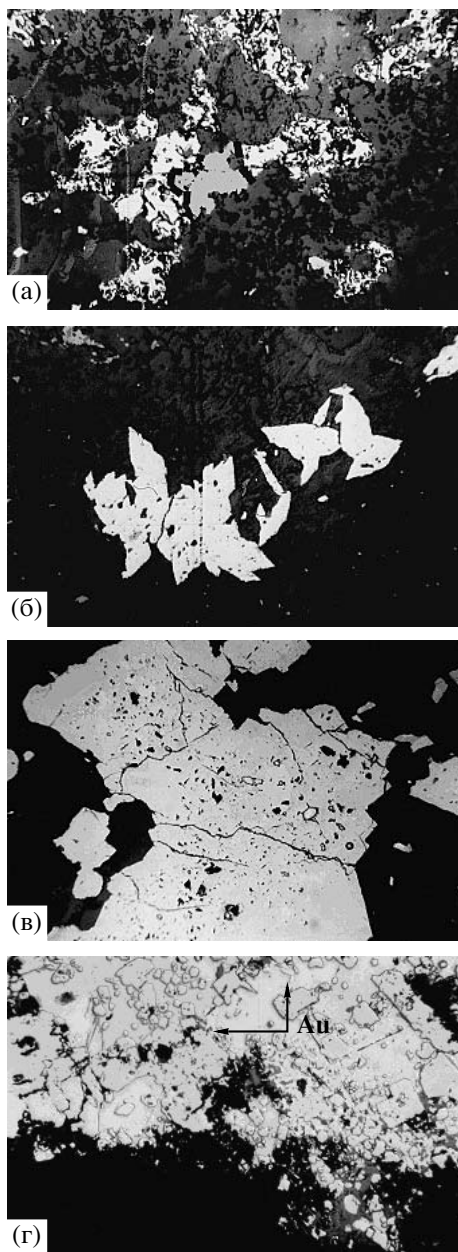
Минералы		Стадии минералообразования			
		гидротермальных метасоматитов	ранняя сульфидно-силикатно-кварцевая	вкрапленная продуктивная золото-редкометаллическая	пост-продуктивная
Рудные	Арсенопирит	1	1	1	
	Блеклые руды (?)			1	
	Висмутин (?)			1	
	Галенит	1	1	1	3
	Гаусманит (?)	1			
	Гематит	1			
	Герсдорфит		1	1	
	Гессит			1	
	Жозеит-А			1	
	Жозеит-В			1	
	Ильменит	1			
	Касситерит	1			
	Кобальтин (?)		1	1	
	Лёллингит	1	1		
	Магнетит	1			
	Мальдонит			1	
	Марказит		1		
	Молибденит			1	
	Никелин		1		
	Паркерит			1	
Пирит				1	
Пирротин	1	1	1		
Самородное золото	1	1	1		
Самородный висмут			1		
Сфалерит	1	1	1	3	
Тетрадимит			1		
Халькопирит	1	1		3	
Хедлиит (?)			1		
Жильные	Кварц		1	1	3
	Турмалин	1	1		
	Аксинит	1	1		
	Хлорит	1	1		
	Эпидот	1	1		
	Мусковит			1	
	Карбонат			1	3
	Флюорит				3
	Цеолит				3



Рис. 3. Принципиальная схема стадийности отложения минералов. 1 – типичный, широко распространенный минерал; 2 – часто встречается, но в небольших количествах; 3 – редко встречается.

готовят к зальбандам прожилков крупнозернистого кварца, с включениями (нередко обильными) агрегативных обособлений хлорита, эпидота и, в меньшей степени, турмалина. В кварцевых прожил-

ках достаточно часто отмечаются реликтовые зерна ильменита, рутила и недиагностированного железо-марганцевого минерала (гаусманита?). Отмечено присутствие мелких зерен призматического



**Рис. 4.** Минералы рудных зон месторождения Тэутэджак. а – метасоматит с тонкой вкрапленностью пирротина, в центре крупное агрегативное зерно халькопирита, снизу (справа) – ильменит; отчетливо проявлена периферийная дисульфидизация пирротина (развитие агрегатов марказита и пирита); 150 $\times$ ; канава 201, 448 м. б – метасоматит с включениями метакристаллов (100–150 мкм) призматического (до игольчатого) арсенопирита; 150 $\times$ ; канава 201, 18 м. в – фрагмент крупного зерна тонкопористого арсенопирита с многочисленными включениями золотоносных висмута-теллуридных сростаний; размер зерна арсенопирита 1–2 мм, висмута-теллуридных включений до 25–30 мкм; 150 $\times$ ; т.н. 115-1. г – самородное золото в герсдорфите; крупное (0.5  $\times$  0.1 мкм) сетчато-цементационное выделение самородного золота в ассоциации с висмута-теллуридами и самородным висмутом, развитое по сегрегации псевдокубических кристаллов герсдорфита. 150 $\times$ ; т.н. 540-1.

аксинита. Молибденит, очевидно, является широко распространенным и сквозным минералом, так как в незначительных количествах встречается постоянно, в том числе и в продуктивных золото-висмута-теллуридных гидротермалитах.

Золото-редкометалльная продуктивная минерализация (третья стадия рудообразования) представлена типоморфной висмута-теллуридной ассоциацией, включающей самородный висмут, сульфотеллуриды висмута – жозеит-А и жозеит-В, галенит, гессит, мальдонит и некоторые другие минеральные фазы (билибинскит?). Макроскопически различимая минерализация локализована исключительно в сульфидно-силикатно-кварцевых прожилках, располагаясь на участках дробления и перекристаллизации ранних сульфидно-кварцевых агрегатов. Соответственно этому распространены преимущественно трещинный (в сульфидах и кварце) и интерстициальный (в микродрузовых полостях в кварце) типы сростаний рудных минералов, среди которых по составу резко преобладают самородно висмутовые.

Четвертая, постпродуктивная стадия выразилась в образовании карбонатно-кварцевых, с флюоритом и цеолитом, прожилков, содержащих редкую мелкую вкрапленность мышьяксодержащего пирита, халькопирита, галенита. Рудные минералы, установленные при изучении полированных шлифов, приведены в табл. 1.

На месторождении с различной степенью детальности были изучены следующие морфологические типы выделений (сростаний) самородного золота, обуславливающие повышенную золотоносность соответствующих образований: 1) самородное золото, устанавливаемое в минералах ранних I и II стадий – гидротермальных метасоматитах и раннего сульфидно-силикатно-кварцевого прожилково-жильного выполнения (золото в ранних сульфидах); 2) самородное золото редкометалльной продуктивной стадии. Первый тип выделений золота, являющийся, по-видимому, на месторождении наиболее масштабно проявленным, обуславливает площадную и сравнительно невысокую (от 0.2 до 5 г/т) золотоносность штокверковых прожилково-вкрапленных рудных зон и связанных с ними геохимических ореолов. В сульфидизированных метасоматитах были установлены частицы самородного золота – мелкие (3–5 мкм и менее) и несколько более крупные (до 10–30 мкм), приуроченные к границам пирротинных микрогнезд и породообразующих минералов, а также локализованные в самой кварцево-силикатной матрице пород в непосредственной близости от включений пирротина.

Вторым по значению как концентратор золота сульфидным минералом после пирротина является арсенопирит, распространенный более локально и в меньшем количестве (рис. 4). В ассоциации с золо-

**Таблица 1.** Рудные минералы гидротермальных золотоносных образований Тэутэджакского рудного поля

Главные	Распространенные	Редкие
Пирротин	Шеелит	Висмутин (?)
Арсенопирит	Касситерит	Хедлиит (?)
Лёллингит	Станнин	Мальдонит
Пирит	Магнетит	Хромит
Марказит	Ильменит	
Сфалерит	Гематит	
Галенит	Гаусманит (?)	
Халькопирит	Графит	
	Блеклые руды (?)	
	Акантит	
	Герсдорфит	
	Кобальтин (?)	
	Никелин	
	Паркерит	
	Самородный висмут	
	Жозеит-А	
	Жозеит-В	
	Тетрадимит	
	Молибденит	
	Гессит	
	Самородное золото	

Примечание. Таблица составлена с использованием материалов А.И. Бельцова, Л.С. Киселевой; Н.П. Мельниковой и В.Н. Воеводина.

тоносным арсенопиритом практически постоянно отмечается менее развитый лёллингит, а также метасоматически развивающийся герсдорфит, микровыделения пирротина и халькопирита поздних сульфидных генераций. По особенностям химического состава тэутэджакские арсенопириты относятся к высокотемпературной мышьяковистой и низкосернистой (табл. 2) его разновидности, как известно, типоморфной для золото-редкометалльных месторождений и рудопроявлений Яно-Колымской золотоносной провинции и рудоносных

структур ОЧВП [6]. Преимущественно микронные (1–2 до 5 мкм) выделения золота в арсенопирите представлены обычной для месторождений золото-редкометалльного типа эмульсионной вкрапленностью совместно с минералами висмута и теллура, главным образом с самородным висмутом. Микроскопические размеры отдельных золото-висмутотеллуридных включений, а в целом ряде случаев скопления этих включений, воспринимаются как тонкие оболочки на зернах арсенопирита (рис. 4). Валовый микрондовый анализ таких включений показывает 10–15 до 40 мас. % Au. Минеральная форма золота, как правило, не ясна. Однако на рядом расположенных более крупных (до 25–30 мкм) включениях отчетливо устанавливается, что они образованы преимущественно сростаниями самородного висмута и слоистых висмута-теллуридов, включающих краевые микровыделения золота (рис. 4). Более крупные включения, как правило, чисто висмутовые, реже полиминеральные висмута-теллуридные.

Результаты проведенных исследований позволяют связать рудообразование в пределах Тэутэджакского рудного поля с заключительной лейкогранит-риолитовой фазой магматизма [5]. Внедрение и становление этой фазы сопровождалось формированием локальной интрузивно-купольной структуры над северным (пологим) контактом Омчанского массива и мобилизацией значительного по объему количества гидротермальных растворов в постмагматическую стадию. При движении растворов по ослабленным зонам (в первую очередь по системам субмеридиональных сколовых трещин) формировались ареалы штокверковой минерализации как в апикальной части этого интрузивного тела, так и в перекрывающих его породах. С учетом роли тел диоритовых порфиритов (и скарнов) как структурных ловушек на пути движения гидротермальных растворов представляется высокой возможность “этажности” оруденения. Очевидны определенные аналогии в строении и рудоносности Приколымской и Чукотской частей перивулканической зоны ОЧВП [7]. В пределах охарактеризованного рудного поля и в смежных районах (Омчан-Сентябрьские рудопроявления), кроме выявленного золото-сульфид-

**Таблица 2.** Химический состав лёллингита и арсенопирита (ранние сульфиды стадии II), мас. %

№ п.п.	Ni	Co	Fe	As	Sb	S	Сумма
1	–	0.1	27.2	72.3	–	1.1	100.7
2	0.7	1.2	25.6	71.3	0.1	1.6	100.5
3	–	–	33.6	44.4	2.1	19.9	100.0
4	0.8	1.7	30.6	48.5	–	18.9	100.5

Примечание: Минералы: 1 – лёллингит из роговиков; 2 – никель-кобальтовый лёллингит из силикатно-кварцевых прожилков; 3 – сурьмяный арсенопирит из роговиков; 4 – никель-кобальтовый арсенопирит из силикатно-кварцевых прожилков. Микрондовый анализ (ИГАМБ СО РАН, г. Якутск).

**Таблица 3.** Химический состав теллуридов серебра и висмута (продуктивная ассоциация), мас. %

№ п.п.	Ag	Pb	Bi	Te	Sb	Se	S	Сумма
1	61.28	–	–	37.40	0.04	–	–	98.72
2	–	0.03	81.07	11.53	0.02	0.09	6.18	99.12
3	–	0.11	74.63	19.95	0.01	0.25	3.00	97.95
4	–	0.38	78.42	15.90	0.02	0.30	3.50	98.52

Примечание. Минералы: 1 – гессит; 2 – жозеит-А; 3 – жозеит-В, селенистая разновидность; 4 – жозеит-В, свинцово-селенистая разновидность. Микронзондовый анализ (ИГАМБ СО РАН, г. Якутск).

ного оруденения вкрапленного типа, также распространена золото-редкометалльная и эпитермальная золото-серебряная минерализации. Однако в отличие от уникального чукотского Майского рудного узла в Приколымской части перивулканической зоны в значительно меньшей степени проявлена сурьмяная и ртутная минерализации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 03–05–64095 и 04–05–64359).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков А.В., Сидоров В.А., Сидоров А.А. // ДАН. 2003. Т. 392. № 2. С. 217–220.
2. Аристов В.В., Константинов М.М., Орлова Г.Ю. и др. // Руды и металлы. 2003. № 4. С. 15–30.
3. John D. A., Theodore T. G., Hofstra A. H. // Econ. Geol. 2003. V. 98. № 2. P. 228–234.
4. Сидоров А.А., Еремин Р.А., Найбородин В.И. и др. // ДАН. 1978. Т. 238. № 6. С. 1437–1440.
5. Умитбаев Р.Б. Охотско-Чаунская металлогеническая провинция: (Строение, рудоносность, аналогии). М.: Наука, 1986.
6. Шило Н.А., Гончаров В.И., Альшевский А.В., Ворцетнев В.В. Условия формирования золотого оруденения в структурах Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1988.
7. Волков А.В., Сидоров А.А. Уникальный золото-рудный район Чукотки. ДВО РАН. Магадан, 2001.