

14. Protchenko E.V., Tolstov A.V., Gorev N.I. Kriterii poiskov kimberlitov i novye perspektivy korennoj almazonosnosti Yakutii [Criteria for searching for kimberlites and new perspectives of the core diamond-bearing potential of Yakutia]. *Rudy i metally* [Ores and metals], 2018, no.4, pp. 14–23. (In Russian)
15. Tolstov A.V., Minin V.A., Vasilenko V.B., Kuznetsova L.G., Razumov A.N. Novoe telo vysokoalmazonosnykh kimberlitov v Nakynskom pole Yakutskoj almazonosnoj provincii [A new highly diamondiferous kimberlite body in the Nakyn field of the Yakutian diamondiferous province]. *Geology and geophysics*, 2009, vol. 50, no. 3, pp. 227 — 240. (In Russian).
16. Agashev A.M., Pokhilenko N.P., Tolstov A.V., Orihashi Y., Nakai S., Serov I.V., The Age of the Mirny field kimberlites (Siberia) and application of rutile and titanite for U-Pb dating of kimberlite emplacement by LA-ICP-MS. *Geochemical Journal*, 2016, vol. 50, no. 5, pp. 431–438.
17. Sobolev N.V., Tomilenko A.A., Tolstov A.V., Logvinova A.M., Kuz'min D.V., Sobolev A.V., Batanova V.G., Unique compositional peculiarities of olivine phenocrysts from the post flood basalt diamondiferous Malokunapskaya Kimberlite Pipe, Yakutia. *Doklady Earth Sciences*, 2015, vol. 463, no. 2, pp. 828–832.
18. Vasilenko V.B., Kuznetsova L.G., Minin V.A., Tolstov A.V. Evaluating the diamondiferous potential of unaltered kimberlites by the population models of their composition. *Geochemistry International*, 2012, vol. 50, no. 12, pp. 988–1006.

УДВ 553.411 (571.6)

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ КАМЧАТСКОГО СРЕДИННОГО МАССИВА

В.А. СТЕПАНОВ, В.Е. КУНГУРОВА, И.А. КОЙДАН

Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН
30, Северо-Восточное шоссе, г. Петропавловск-Камчатский 683002, Россия
e-mail: vitstepanov@yandex.ru, kunwe@yandex.ru, koidan91@mail.ru

Проанализирована золотоносность Камчатского срединного массива. Показано, что в его пределах широко развиты оруденение малосульфидной золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций, а также образованные за его счёт россыпей. Значительную роль играют и рудопроявления золото-медно-молибден-порфировой формации, перспективные на обнаружение крупных месторождений с комплексными рудами. Кроме того, золото в виде попутного компонента находится в рудах месторождения Шануч и проявлений сульфидной медно-никелевой формации. Выделены три этапа рудообразования: позднемиоценовый, эоценовый и миоценовый. В позднемиоценовый этап формировалось оруденение золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций, в эоцене — сульфидной медно-никелевой, а в миоцене — золото-медно-молибден-порфировой. Определены перспективы золотоносности срединного массива.

Ключевые слова: срединный массив; оруденение; золото; медь; никель; молибден.

DOI:10.32454/0016-7762-2019-2-44-53

GOLD MINERALIZATION OF THE MEDIAN MASSIF, KAMCHATKA (KAMCHATKA SREDINNYI MASSIF)

V.A. STEPANOV, V.E. KUNGUROVA, I.A. KOIDAN

Geotechnological Scientific Research Center, FEB RAS
30, Severo-Vostochnoye Shosse, Petropavlovsk-Kamchatsky 683002, Russia
e-mail: vitstepanov@yandex.ru, kunwe@yandex.ru, koidan@mail.ru

The gold mineralization of the Kamchatka median massif has been analyzed. It has been shown that within its limits, the ore mineralization of low-sulphide gold-quartz and gold-sulfide-quartz formations and also placers, formed on the base of this mineralization are widely developed. A significant role is played also by the ore occurrences of the gold-copper-molybdenum-porphyry formation, prospecting for the discovery of large deposits with complex ores. Gold in the form of associated component is also presented in the ores of the Shanuch deposit and manifestations of the sulfide copper-nickel formation. Three stages of ore formation have been identified: late Cretaceous, Eocene and Miocene. In the late Cretaceous stage mineralization of gold-quartz and gold-sulfide-quartz formation was formed, in the Eocene — sulfide copper-nickel one, and in the Miocene — gold-copper-molybdenum-porphyry one. The prospects of gold mineralization of the median massif has been defined.

Keywords: median massif; mineralization; gold; copper; nickel; molybdenum.

В металлогеническом плане Камчатский срединный массив (КСМ) значительно отличается от обрамляющих его вулканогенных структур. В пределах срединного массива наиболее широко развито оруденение сульфидной медно-никелевой формации. Описанию эксплуатируемого медно-никелевого месторождения Шануч и ряда рудопоявлений посвящена серия публикаций [6, 9, 12]. Но золотоносности массива уделено мало внимания, несмотря на наличие значительного числа проявлений золото-кварцевой, золотосульфидно-кварцевой и золото-медно-молибден-порфировой формаций, а также россыпей золота. Золото в виде попутного компонента отмечается также в медно-никелевых рудах. В статье сделана попытка заполнить этот пробел.

Геологическое строение и геофизические поля КСМ

Камчатский срединный массив расположен в южной части Камчатского п-ова. Он представляет собой плитообразное тело, вытянутое в меридиональном направлении на 260 км при ширине около 50—60 км. Это крупный выступ протерозойских, палеозойских и мезозойских (до верхнемеловых) образований, отвечающий критериям срединного массива в понимании А.Л. Яншина [15], А.Д. Щеглова [14] и других исследователей. Ранее он отмечался как Срединный Камчатский массив, Срединный Камчатский выступ, Центральнo-Камчатский кристаллический массив или Срединно-Камчатский горст-антиклинорий [3, 5, 7, 10]. По геологическому строению и металлоносности КСМ значительно отличается от остальной территории Камчатского п-ова, на котором развиты главным образом вулканические образования мезокайнозойского возраста [4]. Древние метаморфические образования колпаковской и камчатской серий фундамента массива приурочены к центральной части массива, а терригенные, сланцевые и вулканогенно-осадочные толщи мелового и палеогенового возрастов, слагающие его чехол, — к периферии. В обрамлении массива развиты осадочные палеоген-неогеновые отложения. Стратифицированные образования прорваны интрузиями андриановского метагэббрового комплекса палеозойского возраста; крутогоровского плагиогранитового комплекса нижнего мела; кольского плагиогранит-гранодиоритового комплекса верхнего мела; левоандриановского дунит-клинопироксенит-монцититового комплекса верхнего мела—палеоцена; базитов и гипербазитов дукукского комплекса эоценового возраста; лавкинского гранодиоритового комплекса миоцена. Наиболее молодые риолиты и риодациты голоцена слагают Хангарское вулканическое сооружение. Срединный массив ограничен с востока Шаромским, а с запада Воровским региональными разломами с характерной для Камчатки меридиональной ориентировкой.

В гравитационном поле КСМ выделяется как область низких значений Δg , которая граничит с зонами интенсивного положительного поля, расположенными с востока и запада от него, по сложным гравиметрическим ступеням субмеридиональной ориентировки. Для КСМ типично также плавное слабоотрицательное или близкое к нулевому магнитное поле, что обусловлено преобладанием немагнитных пород. На этом фоне контрастными локальными положительными аномалиями отмечаются интрузии среднего, основного и ультраосновного составов, а также эффузивы и пирокластические отложения вулкана Хангар [9].

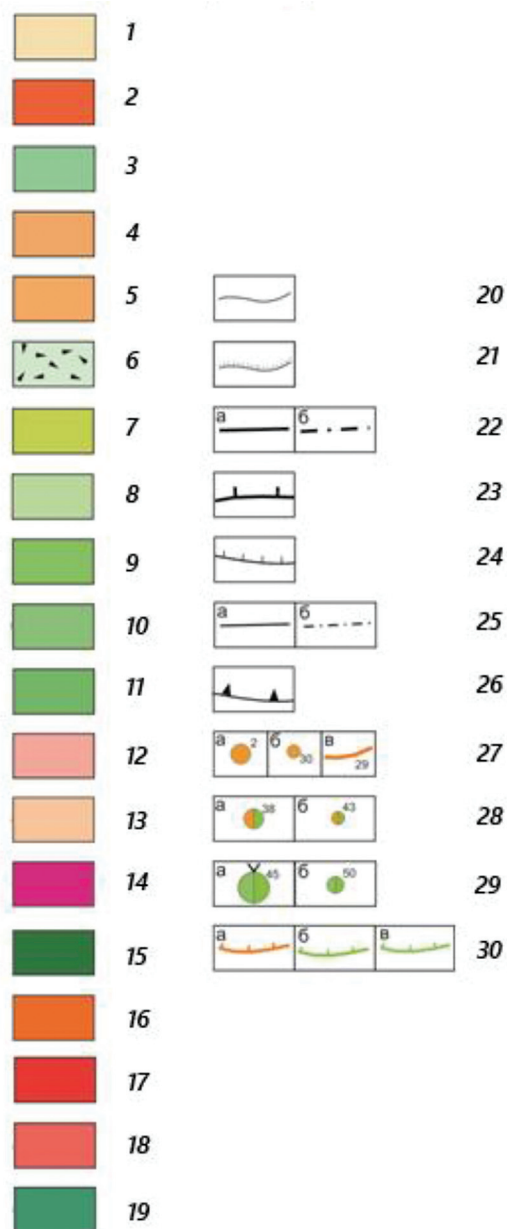
Металлогения КСМ

На Камчатке широко развито оруденение вулканогенной золотосеребряной, а также ртутной телетермальной и вулканогенной формаций; на севере полуострова расположены богатые платинометалльные россыпи. В пределах Камчатского срединного массива наиболее широко представлено оруденение сульфидной медно-никелевой формации. Второе место по распространенности занимает золотое оруденение. Медно-никелевое оруденение сосредоточено в пределах двух узлов — Шанучском и Дукукском, приуроченных к северной и южной окраинам КСМ. Золотое оруденение сосредоточено в пяти потенциальных рудных узлах. В Крутогоровском, Юртинском и Порожисто-Гольцовском находятся проявления золото-кварцевой, золотосульфидно-кварцевой формации и россыпи золота, в Хим-Кирганикском и Крутогоровско-Андриановском узлах — оруденение золотомедно-молибден-порфировой формации (рис. 1).

Оруденение золото-кварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций

Проявления и точки минерализации золото-кварцевой, золотосульфидно-кварцевой формаций, а также россыпи золота расположены на площади трёх узлов — Крутогоровского, Юртинского и Порожисто-Гольцовского. Рудно-россыпные узлы расположены на северной и южной окраинах массива. Они приурочены к относительно опущенным блокам, сложенным полностью (Крутогоровский и Порожисто-Гольцовский узлы) или частично (Юртинский узел) терригенными, нередко черносланцевыми толщами мелового возраста. Для узлов характерно широкое развитие гранитных интрузий кольского плагиогранит-гранодиоритового комплекса позднемелового возраста.

Крутогоровский рудно-россыпной узел находится на северном фланге КСМ [10]. Он сложен главным образом терригенными, нередко черносланцевыми толщами мелового возраста, которые прорваны интрузиями плагиогранит-гранодиоритового сос-



тава кольского комплекса верхнего мела и гранодиоритами лавкинского комплекса миоцена. В его пределах известны проявления золота Дальнее и Майор, а также россыпи золота по р. Капитанская, руч. Майор и р. Химка.

Проявление Дальнее расположено в восточной части узла. В кремнистых породах и филлитах верхнего мела, прорванных субвулканическими телами диорит-порфириров, находится серия кварцевых и кварц-карбонатных жил. Мощность их в раздувах достигает 1,5 м, протяженность до первых сотен метров. Содержание золота от 0,8 до 4,8 г/т, серебра до 1,5 г/т. Зона служит источником непромышленной россыпи по руч. Ветвистый и Дальний. Проба золота в россыпи 870 ‰.

Проявление Майор выявлено в юго-западной части узла. Вмещающие породы представлены филлитами хейванской свиты, прорванными телами ультрабазитов левоандриановского комплекса. В них находятся пять золотоносных кварцевых жил, мощностью 0,8—2,5 м, прослеженных до 700 м. В одной из жил установлено содержание золота до 0,8 г/т, серебра до 92,4 г/т. В гидротермально измененных ультрабазитах содержание золота достигает 4 г/т, а в делювиальных обломках филлитов — 10 г/т [10].

Россыпь р. Капитанская приурочена к пойме и первой надпойменной террасе нижней части долины. Золото в подавляющем большинстве случаев мелкое и средней крупности. Проба его составляет 801 ‰. Среднее содержание золота 252 мг/м³. Запасы по категории С₁ оценены в 37,5 кг в химически чистом виде. Забалансовая часть россыпи расположена в средней части долины. Размер золотин

0,15—0,25 мм. Забалансовые запасы составляют 419 кг, прогнозные ресурсы — 200 кг [10]. Россыпь руч. Майор приурочена к пойме и первой надпойменной террасе ручья. Золото мелкое и очень мелкое. Проба его 804 ‰. Запасы золота 28 кг при среднем содержании 378 мг/м³; прогнозные ресурсы 600 кг.

Юртинский рудно-россыпной узел расположен на юго-восточной окраине КСМ. В геологическом строении района принимают участие главным образом кристаллические сланцы колпаковской серии, менее развиты породы камчатской серии и терригенные породы хейванской свиты мелового возраста. Стратифицированные образования прорваны крупной трещинной интрузией гранитов и гранодиоритов кольского комплекса позднего мела, вытянутой в меридиональном направлении конформно простиранию срединного массива [1].

В пределах узла преобладает оруденение золотокварцевой (проявления Вершинное, Верхне-Юртинское, Восточное и Нижнее) и золотосульфидно-кварцевой (Дождливое) формаций, имеются россыпи золота. Золотое оруденение представлено кварцевыми, кварц-карбонатными жилами и линзами (проявления Верхне-Юртинское, Вершинное), а также зонами окварцевания и сульфидизации (рудопоявления Дождливое, Восточное и Нижнее) (табл. 1). Вмещающими породами чаще всего служат граниты, гранодиориты и диориты раннего мела, реже метаморфиты колпаковской серии, филлиты хейванской свиты. Вмещающие породы подвергнуты метасоматическому окварцеванию, аргиллизации и пиритизации. Рудные минералы представлены в основном пиритом, арсенопиритом

Рис. 1. Схема золотоносности Камчатского срединного массива, по [10] с обобщениями и дополнениями авторов: 1 — рыхлые четвертичные аллювиальные, болотные, ледниковые, гляциофлювиальные отложения; 2 — хангарский четвертичный андезитовый вулканический комплекс (ВК); 3 — четвертичные вулканы андезитобазальтового состава; 4 — осадочные палеоген-неогеновые толщи; 5 — черепановский нижнепалеогеновый дацит-андезитовый ВК; 6 — верхнепалеогеновые тектоно-гравитационные микститы; 7 — кирганикская свита: туфы трахитов, базальтов, андезитов верхнего мела-нижнего палеоцена; 8–10 — верхнемеловые комплексы и свиты: 8 — кунская, хозгонская свиты: алевриты, аргиллиты, песчаники, аспидные сланцы; 9 — ирунейский ВК базальтовый; 10 — аистовский ВК пикрит-базальтовый; 11 — хейванская, химкинская свиты: метапесчаники и металавриты, графитовые филлиты, альбит-хлоритовые, эпидит-хлорит-актинолитовые сланцы, филлиты нижнего-верхнего мела; 12–13 — метаморфические серии верхнего протерозоя: 12 — камчатская: высокоглиноземистые кристаллические сланцы, микрогнейсы; 13 — колпаковская: амфиболовые плагиогнейсы, слюдяные плагиогнейсы; 14–18 — плутонические комплексы: 14 — лавкинский гранодиоритовый (миоцен); 15 — дукусский габбро-норит-кортландитовый (эоцен); 16 — левоандриановский дунит-клинопироксенит-монцитонитовый (верхний мел-палеоцен); 17 — кольский плагиогранит-гранодиоритовый (верхний мел), 18 — крутогорский гнейсоплагиогранитовый (нижний мел); 19 — андриановский метагаббровый (нижний палеозой); 20–21 — геологические границы: 20 — между разновозрастными образованиями; 21 — несогласного залегания; 22–25 — разрывные тектонические нарушения: 22 — главные, выходящие на поверхность (а), скрытые под вышележащими образованиями (б); 23 — главные надвиги, 24 — второстепенные надвиги; 25 — второстепенные разломы, выходящие на поверхность (а), прочие разломы (б); 26 — кальдера вулкана Хангар; 27 — проявления (а), пункты минерализации (б) золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций и их номера; 28 — проявления (а), пункты минерализации (б) золотомедно-молибден-порфировой формации и их номера; 29 — месторождение (а), проявления (б) сульфидной медно-никелевой формации и их номера; 30 — границы рудных узлов с оруденением следующих формаций: а — золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой (II — Крутогорский, V — Юртинский, VII — Порожисто-Гольцовский), б — золотомедно-молибден-порфировой (III — Хим-Кирганикский; IV — Крутогорско-Андриановский), в — сульфидной медно-никелевой (I — Шанучский, VI — Дукусский); номера проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) и россыпей (Р): 1 — Гранитное (П), 2 — Утинское (П), 3 — Ближняя Гольцовка (ПМ), Дальняя Гольцовка (П), 5 — Утуй (П), 6 — Дальняя Гольцовка (Р), 7 — Средняя Гольцовка (Р), 8 — Ближняя Гольцовка (Р), 9 — Камешковская (Р), 10 — р. Утинская (Р), 11 — р. Утуй (Р), 12 — руч. Ивашка (Р), 13 — Куполонок (Р), 14 — Юбилейный (Р), 15 — Ажица (Р); 16 — Дождливое (П), 17 — Восточное (П), 18 — Нижний (П), 19 — руч. Золотой (Р), 20 — Шишино-Чимстина (ПМ), 21 — Шишино-Чимстина (Р), 22 — Экополц (Р), 23 — Пеница (Р); 24 — Верхне Юртинское (П), 25 — Вершинное (П), 26 — Юртинское (ПМ), 27 — Нижне Юртинское (ПМ), 28 — Туманное (ПМ), 29 — Верх. Озерной (Р), 30 — Широкий (ПМ), 31 — Дальнее (П), 32 — Майор (П), 33 — Майор (Р), 34 — Капитанская (Р), 35 — Химка (Р); 36 — Хим (П), 37 — Позднее (П), 38 — Кирганикское (П), 39 — Туманное (П), 40 — Малахитовое (П), 41 — Квахона (ПМ); 42 — Правохейванское (П), 43 — Андриановское (П); 44 — Лев. Коль (ПМ), 45 — месторождение Шануч, 46 — Графитовое (П), 47 — Восточно-Геофизическое (П), 48 — Тундровое (П), 49 — Квинум I, II (П), 50 — Ясное (П), 51 — Кортландитовое (П), 52 — Северное (П), 53 — Аннабергитовая Щель (П), 54 — Нижнемедвежье (П), 55 — Кувалорог (П), 56 — Олень (П)

Таблица 1

Проявления золота Юртинского рудно-россыпного узла

Номер пп	Проявление	Вмещающие породы	Тип рудных тел	Содержание Au, Ag в г/т, остальные элементы в %	Рудные минералы
1	Верхне-Юртинское	Гранодиориты раннего мела	Кварцевые жилы и линзы, зоны метасоматического окварцевания, аргиллизации и пиритизации	Золото до 1,9, серебро до 8,6	Арсенопирит, магнетит, сфалерит, полибазит, прустит, пираргирит
2	Вершинное	Кристаллические сланцы колпаковской серии	Кварцевые, кварц-карбонатные жилы, зоны прожилкового окварцевания	Золото 0,7—16,0, серебро до 20	Пирит
3	Дождливое	Гнейсы колпаковской серии, прорванные гранитами позднего мела и гранит-порфирами миоцена	Зона окварцевания и сульфидизации	Золото от 0,01 до 24,5, серебро 51,5—2452,9, свинец до 3,6, цинк до 0,24, мышьяк до 1	Пирит, арсенопирит, золото, галенит, канфилдит, сфалерит, аргентит, станнин
4	Восточное	Диориты позднего мела, прорванные дайками диорит-порфиров миоцена	Зона дробления, окварцевания и сульфидизации	Золото до 37,2, серебро до 12,4	Арсенопирит, молибденит, халькопирит, шеелит, пирит
5	Нижнее	Филлиты хейванской свиты	Зоны прожилкового окварцевания и сульфидизации	Золото до 5,8, серебро 3,9	Золото, галенит, сфалерит, халькопирит

том, галенитом, халькопиритом, сфалеритом и самородным золотом. Реже встречаются шеелит, молибденит, канфилдит, прустит и пираргирит. Количество рудных минералов обычно не превышает 1—5 %. Исключение составляет рудопроявление Дождливое с более высоким содержанием сульфидов свинца, мышьяка и цинка. Содержания золота в большинстве рудопроявлений достигает нескольких, реже нескольких десятков грамм на тонну, серебра — примерно в тех же количествах. На рудопроявлении Дождливое отмечается высокое (51,5—2408,9 г/т) содержание серебра, а также свинца (до 3,6 %), цинка (до 0,24 %) и мышьяка (до 1 %). По основным характеристикам большинство рудопроявлений относится к малосульфидной золотокварцевой формации, а рудопроявление Дождливое к золотосульфидно-кварцевой. Наиболее перспективными для постановки детальных поисковых работ являются рудопроявления Дождливое золотосульфидно-кварцевой формации и Восточное — золотокварцевой. Перспективы проявлений определяются тем, что рудные тела представлены масштабными зонами окварцевания и сульфидизации с высокими содержаниями золота и серебра.

Небольшие непромышленные россыпи золота известны в долинах ручьев Экополц и Золотой. Золото мелкое, хорошо окатанное, лепешковидной формы. Содержание его достигает 520 мг/м³.

Порожисто-Гольцовский рудно-россыпной узел расположен на южной оконечности КСМ [10]. Узел приурочен к пересечению крупных северо-восточных и северо-западных разломов, определяющих конфигурацию южного окончания срединного массива. На большей части узла развиты терригенные породы хозгонской, кихчикской и хейванской свит ранне- — позднемелового возраста. Терригенные породы прорваны небольшими интрузиями кольского плагиогранит-гранодиоритового комп-

лекса позднего мела, а также дайками гранит-порфиров, лампрофиров, диоритов и дацитов мел-палеогенового возраста. [1, 2].

В пределах района установлены проявления золотокварцевой (Утуй, Гранитное, Гольцовское) и золотосульфидно-кварцевой (Утинское) формаций, а также большое число россыпей золота. Проявления представлены зонами окварцевания с вкрапленными сульфидами, кварцевыми и кварц-карбонатными жилами, реже сульфидизированными дайками гранит-порфиров (табл. 2). Вмещающими являются терригенные породы, реже филлиты и зеленые сланцы мелового возраста. Они прорваны интрузиями гранитоидов кольского комплекса позднего мела, дайками гранит-порфиров, лампрофиров и диоритов, дацитов мел-палеогенового возраста. Вмещающие породы подвергнуты аргиллизации, окварцеванию и сульфидизации. В состав рудных минералов входят пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, золото, шеелит и сульфосоли серебра. Количество рудных минералов не превышает 1—5 %, за исключением рудопроявления Утинского, в рудах которого наблюдается повышенное содержание сульфидов (до 10—15 %). Содержания золота в проявлениях в целом не высокие: от 1—5 (рудопроявление Утуй, Гольцовское) до 10—12 г/т (Гранитное и Утинское); в одной пробе проявления Гранитное содержание золота достигает ураганной величины — 82,6 г/т [4]. Содержания серебра значительно выше, но не достигают величин, характерных для близповерхностного золотосеребряного оруденения. В рудах Утинского рудопроявления отмечаются высокие содержания свинца (до 5,98 %) и цинка (до 12,94 %). Большая часть рассмотренных проявлений отнесена к малосульфидной золотокварцевой формации, рудопроявление Утинское — к золотосульфидно-кварцевой. В поисковом отношении наибольший интерес представляют проявления

Таблица 2

Проявления золота Порожисто-Гольцовского рудно-россыпного узла

Номер пп	Проявление	Вмещающие породы	Тип рудных тел	Содержание Au, Ag в г/т, Остальные элементы в %	Рудные минералы
1	Утинское	Филлиты и зелёные сланцы, интрузии гранитов, дайки гранит-порфиров и лампрофиров	Зоны сульфидно-кварцевого прожилкования	Золото до 12,4, серебро до 96,4, цинк до 12,94, свинец до 5,98	Пирит, арсенопирит, золото, халькопирит, сфалерит, шеелит
2	Утуй	Терригенные породы, прорванные дайками диоритов и дацитов	Зоны дробления и окварцевания с кварцевыми и кварц-карбонатными жилами	Золото до 1,0, серебро 2,2	Пирит, галенит, халькопирит, сфалерит, золото, сульфосоли серебра
3	Гранитное	Граниты и диориты прорывают терригенные породы раннего—позднего мела	Кварцево-жильная зона	Золото до 10, в одной пробе 182,6, серебро до 60,7	Арсенопирит, пирит
4	Гольцовское	Терригенные породы, дайки гранит-порфиров	Зоны сульфидизации и прожилкового окварцевания, а также сульфидизированные дайки гранит-порфиров	В зонах золота до 5,0, реже более 10, серебро до 10–15. В дайках золото до 1,0, серебро до 2,0	Пирит, арсенопирит

Утинское золотосульфидно-кварцевой формации и Гранитное золотокварцевой. В этих проявлениях рудные тела представлены мощными и протяженными минерализованными зонами, а руды характеризуются высокими содержаниями золота.

В пределах Порожисто-Гольцовского узла расположено 10 россыпей золота. Данные о наиболее крупных из них отражены в табл. 3. Запасы золота в россыпях меняются от десятков килограммов (р. Ажица) до сотен килограммов (реки Утиная, Дальняя Гольцовка, Ближняя и Средняя Гольцовка) и до 1 т в россыпях р. Камешковая и руч. Половинчик. Добыча велась из россыпей Дальняя Гольцовка (извлечено 80 кг), Средняя Гольцовка (27,5 кг) и Ближняя Гольцовка (14,5 кг). Золото в россыпях мелкое и средней крупности, окатанность золотин средняя, иногда хорошая. Золото в

большинстве россыпей умеренно высокопробное (815—848 ‰) и лишь в россыпи р. Утиная встречается электрум (проба 581—664 ‰). Минералами спутниками золота в россыпях являются большей частью магнетит и ильменит. В россыпях р. Утиная и Камешковая отмечается шеелит. Иногда встречаются сростки золотин с кварцем, на отдельных золотилах наблюдается лимонитовая «рубашка». В россыпи р. Ближняя Гольцовка обнаружены зёрна платины. Большинство россыпей образовано за счет эрозии располагающихся в непосредственной близости рудопроявлений золотокварцевой формации. В отличие от них россыпь р. Утиная, в которой преобладает электрум, сформирована за счёт рудопроявления Утинского золотосульфидно-кварцевой формации. На площади узла есть перспективы открытия новых россыпей золота.

Таблица 3

Россыпи золота Порожисто-Гольцовского узла

Номер пп	Местоположение	Добыча, кг	Свойства золота		Сопровождающие минералы
			Форма золотин, размер и степень окатанности	Проба золота	
1	Р. Ажица		Пластинчатое и комковидное	815	Гидроксиды железа
2	Руч. Юбилейный		Таблитчатое, размер 0,5—1,0 мм; окатанность средняя	836 (787—885)	Магнетит, ильменит
3	Р. Утиная		Пластинчатое, дендритовидное, мелкое и средней крупности; окатанность средняя.	617 (581—664)	Магнетит, ильменит, шеелит (неокатанные зёрна и обломки до 1 см). Сростки с кварцем
4	Р. Камешковая и руч. Половинчик		Пластинчатое, таблитчатое и комковидное, мелкое и средней крупности; средней степени окатанности. Самородок 1580 мг.	848 (805—923)	Ильменит, магнетит, циркон, эпидот, шеелит. Сростки с кварцем
5	Р. Дальняя Гольцовка	80	Пластинчатое и чешуйчатое, мелкой и средней крупности; хорошо и средне окатанное	831 (790—872)	Магнетит, ильменит
6	Р. Средняя Гольцовка	27,5	Мелкое и средней крупности, пластинчатое и чешуйчатое; средней окатанности	822 (722—869)	Магнетит, ильменит
7	Р. Ближняя Гольцовка	14,5	Пластинчатое, чешуйчатое, комковидное и таблитчатое, мелкой и средней крупности	841 (837—846)	Магнетит, ильменит, зёрна платины угловато-окатанной шестиугольной формы

Оруденение золотомедно-молибден-порфировой формации

Проявления золотомедно-молибден порфировой формации развиты в пределах двух потенциально рудных узлов — Хим-Кирганикского и Крутогоровско-Андриановского на северной окраине Камчатского срединного массива. Узлы приурочены к относительно опущенным (Хим-Кирганикский узел) или приподнятым (Крутогоровско-Андриановский узел) блокам, насыщенным субвулканическими интрузиями и дайками лавкинского гранодиоритового комплекса миоценового возраста.

Хим-Кирганикский рудный узел расположен в северо-восточной части КСМ. Площадь узла сложена породами кирганикской свиты мел-палеоценового возраста, прорванными интрузией и дайками лавкинского гранодиоритового комплекса миоценового возраста. В пределах узла находятся четыре проявления золотомедно-молибден-порфировой

формации: Позднее, Хим, Кирганикское и Туманное (табл. 4).

Проявления приурочены к субвулканическим интрузиям или дайкам диорит-порфиров, гранодиоритов миоценового возраста, а также к контактам этих интрузий с вмещающими вулканитами ирунейской свиты. Рудоносными являются зоны, залежи или штокверки метасоматитов биотит-пироксен-калиевошпатового состава, иногда пропилиты с вкрапленным и прожилково-вкрапленным оруденением. Содержания меди меняются от 0,1 до 5,44 %, золота — от 0,1 до 20,7 г/т. Прогнозные ресурсы меди составляют сотни тыс. т, золота — до 93 т. Наиболее перспективными для проведения дальнейших поисковых и оценочных работ являются проявления Кирганикское, Позднее и Хим. Суммарные прогнозные этих проявлений составляют около 1,5 млн. т меди и около 100 т золота.

Крутогоровско-Андриановский узел расположен в северной части КСМ. Площадь узла сложена мета-

Таблица 4

Проявления золотомедно-молибден-порфировой формации Хим-Кирганикского узла [4, 10]

Номер пп	Проявление	Вмещающие породы	Метасоматиты	Содержание		Рудные минералы	Тип рудных тел	Ресурсы
				Au, г/т	Cu, %			
1	Позднее	Субвулканическая интрузия гранодиоритов миоцена	Биотит-ортоклазовые	0,2–20,7	До 5,44, среднее 1,0	Халькопирит, борнит, халькозин, ковеллин, малахит	Штокверк вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд	Cu – 336 тыс. т, Au – 9,2 т
2	Хим	Гранодиориты миоцена	Пропилиты	0,1–5,2	0,8	Халькопирит, борнит, пирит	Прожилково-вкрапленная зона	Cu – 310 тыс. т, Au – 7,8 т
3	Кирганикское	Вулканогенные породы верхнего мела, прорванные интрузией диорит-порфиров миоцена	Биотит-калиевошпатовые	До 16,2	От 0,1 до 1	Халькопирит, борнит, халькозин, золото	Залежи вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд	Cu – 905 тыс. т, Au – 93 т
4	Туманное	Вулканогенные породы верхнего мела, прорванные гранодиоритами миоцена	Биотит-пироксен-калиевошпатовые	До 1,2	До 4,19	Халькопирит, малахит, халькозин, золото	Прожилково-вкрапленная зона	

Таблица 5

Проявления золотомедно-молибден-порфировой формации Крутогоровско-Андриановского узла [4, 10]

Номер пп	Проявление	Вмещающие породы	Метасоматиты	Содержание рудных элементов			Рудные минералы	Тип рудных тел	Ресурсы
				Au, г/т	Cu, %	Mo, %			
1	Малахитовое	Шток гранодиорит-порфиров миоцена	Калиевошпатизация, серицитизация, хлоритизация и окварцевание		0,4–1	До 0,1	Пирит, халькопирит, магнетит, молибденит	Штокверк вкрапленных и прожилково-вкрапленных сульфидных руд	Cu – 1874 тыс. т, Mo – 56 тыс. т, Au – 16 т
2	Квахона	Гранодиориты, кварцевые диориты миоцена	Окварцевание, хлоритизация, пиритизация	0,1–0,9	До 1	0,002–0,004	Пирит, магнетит, халькопирит, молибденит	Штокверк вкрапленных сульфидных руд	
3	Андриановское	Гранодиориты миоцена	Окварцевание	До 0,2	До 1		Пирит, халькопирит, молибденит	Жильно-прожилковый штокверк	4
4	Право-Хейанское	Гранодиориты миоцена	Пропилитизация, окварцевание	До 3,7	0,05–1,72	0,01–0,1	Халькопирит, борнит, ковеллин, молибденит	Штокверк прожилково-вкрапленных руд	

морфическими породами верхнего протерозоя, прорванных интрузиями лавкинского комплекса миоцена. Центральную часть узла занимают вулканы хангарского андезидацитового комплекса четвертичного возраста, слагающие вулканическое сооружение Хангар. В пределах узла находятся четыре проявления золотомедно-молибден-порфировой формации: Малахитовое, Квахона, Право-Хейванское и Андриановское (табл. 5).

Вмещающими породами являются субвулканические интрузии гранодиоритов, андезитов и диоритовых порфиров мел-палеоценового и миоценового возрастов. Рудные тела представлены штокверками, редко зонами прожилково-вкрапленной сульфидной или кварц-сульфидной минерализации. Из рудных минералов отмечаются халькопирит, пирит, молибденит, реже халькозин, ковеллин, борнит, магнетит. Содержание меди колеблется от 0,4–0,8 % (проявления Хим и Малахитовое) до 1 %; максимальное — до 5,44 % отмечается в проявлении Позднее. Концентрация молибдена составляет 0,1 % в рудопроявлениях Малахитовое и Право-Хейванское, в остальных ниже. Золото содержится в количествах от 0,1 до 0,2, достигая 3,7 г/т (проявление Право-Хейванское), 5,2 г/т (Хим) и 20,7 г/т (Позднее). Наблюдается отчетливая тенденция увеличения концентрации золота при высокой медистости руд. Наибольший интерес для постановки дальнейших поисково-оценочных работ представляет рудопроявление Малахитовое, прогнозные ресурсы которого составляют: медь — 1874 тыс. т, молибден — 56 тыс. т и золото — 16 т.

Золотоносность медно-никелевого оруденения КСМ

Золото в качестве попутного компонента отмечается в медно-никелевых рудах месторождения Шануч и ряда проявлений (Геофизическое, Аннабергитовая Щель, Квинум и др.). В медно-никелевых рудах месторождения Шануч среднее содержание золота в массивных рудах составляет 0,3 г/т, а во вкрапленных и прожилково-вкрапленных — 0,2 г/т. Запасы металла оцениваются в 488 кг, а прогнозные ресурсы в 2 т [4]. Самородное золото встречается в рудах месторождения крайне редко. В густовкрапленных (участками массивных) медно-никелевых рудах оно наблюдалось по микротрещинкам в виде идиоморфных микрокристалликов среди пентландита (замещенного виоларитом) и герсдорфита (рис. 2). Размеры зёрен не превышают 2–3 микрон. По химическому составу оно высокопробное. Вариации содержаний серебра — от 9,94 до 12,41 вес. %, т. е. проба золота в пределах 875,9–900,6 ‰ [11].

В рудах медно-никелевых проявлений содержания золота находятся на уровне нескольких десятых долей грамма на тонну: Аннабергитовая Щель — 0,25, Мокушка — 0,128, Кувалорог — до

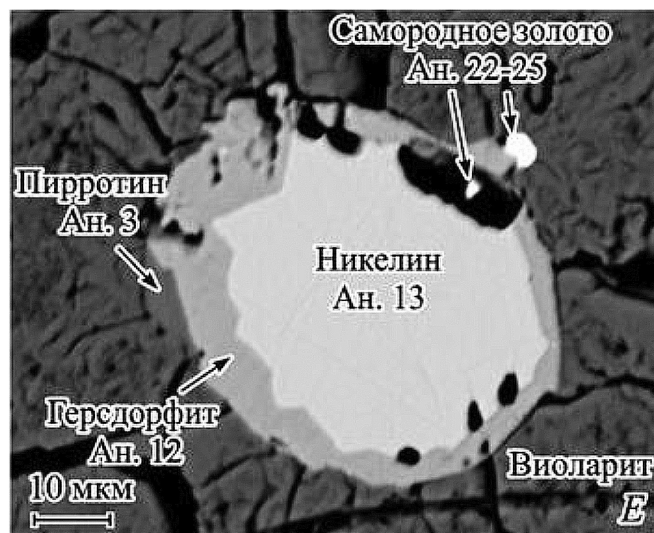


Рис. 2. Идиоморфные микрокристаллы самородного золота в медно-никелевых рудах месторождения Шануч; фото выполнено на рентгеноспектральном микроанализаторе JEOL JXA-8100 в отраженных электронах

2,0. Прогнозные ресурсы золота (в т) равны: рудопроявление Кортландитовое — 1,7, Ясное — 2,1, Дукук — 7,3т, Перевальное — 37 [4].

Обсуждение результатов

В вулканогенных поясах Камчатки преобладает золотое оруденение вулканогенной золотосеребряной формации, широко развито также ртутное оруденение телетермальной кварц-диккитовой и опалит-алунитовой вулканогенной формации. В отличие от них в пределах КСМ кроме сульфидного медно-никелевого широко развито золотое оруденение золотокварцевой, золотосульфидно-кварцевой и золотомедно-молибден-порфировой формаций, присутствуют россыпи золота. Приведенный в статье материал показывает, что на площади КСМ выделяется потенциальный Срединно-Камчатский золотоносный район. В нём находятся пять потенциальных золотоносных узлов, в трёх из них присутствуют проявления и точки минерализации золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций, а также россыпи золота, в остальных двух — проявления и точки минерализации золотомедно-молибден-порфировой формации. К золотосодержащим относятся месторождение Шануч и проявления сульфидной медно-никелевой формации.

Выделено два этапа формирования золотого оруденения. В первый позднемеловой этап было сформировано оруденение золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций. По мнению ряда исследователей, оно парагенетически связано с внедрением гранитоидных интрузий кольского комплекса позднемелового возраста [1, 8, 10]. Во второй этап проявилось золотомедно-молибден-порфировое оруденение, генетически связанное с

субвулканическими интрузиями и дайками гранодиоритов, диорит-порфиров лавкинского комплекса неогенового возраста [8]. Золотосодержащее сульфидное медно-никелевое оруденение генетически связано с интрузиями, дайками и силлами дукусского базит-гипербазитового интрузивного комплекса. Изотопный возраст никеленосных интрузий в пределах Шанучского и Кувалорогского рудных узлов оценивается нами как эоценовый [12, 13].

Таким образом, в КСМ выделяются три минерогенические эпохи, совпадающие по времени с формированием крупных интрузивных комплексов: кольского (позднемиоценовая эпоха), дукусского (палеоцен) и лавкинского (миоцен). С позднемиоценовой эпохой связано формирование оруденения золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций (проявления Крутогоровского, Юртинского и Порожисто-Гольцовского узлов). Золотосодержащее медно-никелевое оруденение генетически соответствует формированию в палеоцене основных-ультраосновных интрузий дукусского комплекса (Шанучский и Кувалорогский узлы). Миоценовая эпоха ознаменовалась становлением проявлений золотомедно-молибденовой формации (Хим-Кирганикский и Крутогоровско-Андриановский узлы).

В размещении золотоносных рудных узлов наблюдаются определённые закономерности. Золотосодержащее медно-никелевое оруденение приурочено к северной (Шанучский узел) и южной (Дукусский узел) относительно опущенным окраинам срединного массива. Они сложены главным образом терригенными и сланцевыми толщами мелового возраста, перекрывающими метаморфические толщи фундамента массива. В отличие от них рудные узлы, вмещающие оруденение золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций приурочены как к относительно опущенным окраинам срединного массива (Крутогоровский и Порожисто-Гольцовский узлы), так и к относительно поднятым блокам, сложенным метаморфическими толщами (Юртинский узел). Рудные узлы с золотомедно-молибденовым оруденением расположены в северной части срединного массива, как в относительно опущенном блоке (Хим-Кирганикский узел),

так и в относительно поднятом (Крутогоровско-Андриановский узел).

Золотое оруденение КСМ, в отличие от медно-никелевого, недостаточно полно изучено. Не доизучены фланги и глубокие горизонты большинства проявлений золота, слабо исследованы и россыпи. Наиболее перспективны на выявление крупных месторождений проявления золотосульфидно-кварцевой (Дождливое и Утинское), а также золотокварцевой (Восточное и Гранитное) формаций. На выявление крупнообъёмных месторождений комплексных золотомедно-молибденовых руд в первую очередь перспективны проявления Кирганикское, Позднее, Хим и Малахитовое. На поиски крупных россыпей перспективна площадь Порожисто-Гольцовского узла.

Заключение

В результате анализа золотоносности Камчатского срединного массива установлено, что в его пределах кроме сульфидного медно-никелевого широко развито золотое оруденение золотокварцевой, золотосульфидно-кварцевой и золотомедно-молибден-порфировой формаций, а также россыпи, сформированные за счёт разрушения оруденения золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций. Они образуют потенциальный Срединно-Камчатский золотоносный район. В нём находятся пять потенциальных золотоносных узлов. В Крутогоровском, Юртинском и Порожисто-Гольцовском преобладает оруденение золотокварцевой и золотосульфидно-кварцевой формаций, а также россыпи золота. В Хим-Кирганикском и Крутогоровско-Андриановском развито оруденение золотомедно-молибден-порфировой формации, россыпи золота отсутствуют. Перспективы выявления промышленных месторождений золота связаны с доизучением проявлений золотосульфидно-кварцевой (Дождливое и Утиное), а также золотокварцевой (Восточное, Гранитное) формаций. Месторождения комплексных золотомедно-молибденовых руд могут быть выявлены при доизучении проявлений Кирганик, Хим, Позднее и Малахитовое. На выявление новых крупных и богатых россыпей перспективна площадь Порожисто-Гольцовского узла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровцов А.К., Сидоренко В.И., Щенко В.И. и др. Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:200 000. Лист N-57-XX. Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ. 2016. 147 с.
2. Боровцов А.К., Ярыш Г.В., Бархатов Ю.В. и др. Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:200 000. Лист N-57-XXVI. Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ. 2013. 181 с.
3. Геология СССР. Т. XXXI. Геологическое описание. М.: Недра, 1964. 733 с.
4. Карта полезных ископаемых Камчатской области м-ба 1:500 000. Краткая объяснительная записка / Гл. ред. А.Ф. Литвинов, М.Г. Патока, Б.А. Марковский. СПб.: ВСЕГЕИ. 1999. 563 с.
5. Корякско-Камчатский регион — новая платиноносная провинция / Е.Ю. Вильданова, В.П. Зайцев, Л.И. Кравченко и др. СПб.: ВСЕГЕИ, 2002. 383 с.
6. Кунгурова В.Е., Степанов В.А., Трухин Ю.П. Медно-никелевое рудопоявление Аннабергитовая Щель Камчатской никеленосной провинции // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 52. С. 324–333.
7. Некрасов Е.Г. Тектоническая природа Камчатско-Корякского региона и вопросы геодинамики складчатого обрамления Тихого океана // Геотектоника. 2003. № 6. С. 53–79.

8. Сидоренко В.И., Селиванов М.Т., Лисович В.А. Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:200 000. Лист N-57-XIV. Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ, 1999. 159 с.
9. Сидоров М.Д., Степанов В.А. Геофизические поля и никеленосность Камчатского срединного массива // Вестник КРАУНЦ. 2006. № 8. С. 140–150.
10. Сляднев Б.И., Шаповаленко В.Н. и др. Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1000 000. Серия Корякско-Камчатская. Лист N-57. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. 187 с.
11. Степанов В.А., Гвоздев В.И., Трухин Ю.П., Кунгурова В.Е. и др. Минералы благородных и редких металлов в рудах Шанучского медно-никелевого месторождения (Камчатка) // Записки РМО. 2010. Ч. 139. Вып. 2. С. 43–58.
12. Трухин Ю.П., Степанов В.А. Сидоров М.Д. Камчатская никеленосная провинция // Доклады академии наук. 2008. Т. 418. № 6. С. 802–805.
13. Трухин Ю.П., Сидоров М.Д., Степанов В.А., Кунгурова В.Е. Строение и никеленосность Кувалорогского базит-ультрабазитового массива // Известия вузов. Геология и разведка. 2009. № 6. С. 43–49.
14. Щеглов А.Д. Металлогения срединных массивов. Л.: Недра. 1971. 148 с.
15. Яншин А.Л. Проблема срединных массивов // Бюл. МОИП. Сер. Геол. 1965. Т. 40. № 5. С. 8.

REFERENCES

1. Borovtsov A.K., Sidorenko V.I., Shchenko V.I. i dr. *State geological map of the Russian Federation m-ba 1: 200 000. Sheet N-57-XX. Explanatory note.* M., MF VSEGEI Publ., 2016, 147 p. (In Russian)
2. Borovtsov A.K., Yarysh G.V., Barkhatov YU.V. i dr. *State geological map of the Russian Federation m-ba 1: 200 000. Sheet N-57-XXVI. Explanatory note.* M., MF VSEGEI Publ., 2013, 181 p. (In Russian)
3. Geology of the USSR. T. XXXI. *Geological description.* M., Nedra Publ., 1964, 733 p. (In Russian)
4. Map of mineral resources of the Kamchatka region m-ba 1: 500 000. Brief explanatory note. Ch. ed. A.F. Litvinov, M.G. Treacle, B.A. Markovskiy. Spb., VSEGEI Publ., 1999, 563 p. (In Russian)
5. Koryak-Kamchatka region — a new platinum-bearing province. E.Yu. Vildanova, V.P. Zaitsev, L.I. Kravchenko et al. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2002, 383 p. (In Russian)
6. Kungurova V.E., Stepanov V.A., Trukhin YU.P. Copper-nickel ore manifestation Annabergitic Scape of Kamchatka Nickel-bearing Province. *Mining information and analytical bulletin*, 2014, no. 52, pp. 324–333. (In Russian)
7. Nekrasov E.G. The Tectonic Nature of the Kamchatka-Koryak Region and the Geodynamics of the Folded Frame of the Pacific Ocean. *Geotectonics*, 2003, no 6, pp. 53–79. (In Russian)
8. Sidorenko V.I., Selivanov M.T., Lisovich V.A. State geological map of the Russian Federation m-ba 1: 1000 000. Series Koryak-Kamchatka. Sheet N-57. *Explanatory note.* Spb., VSEGEI Publ., 2007, 187 p. (In Russian)
9. Sidorov M.D., Stepanov V.A. Geophysical fields and nickel content of the Kamchatka middle massif. *Vestnik KRAUNC*, 2006, no. 8, pp. 140–150. (In Russian)
10. Slyadnev B.I., Shapovalenko V.N. i dr. State geological map of the Russian Federation m-ba 1: 1000 000. Series Koryak-Kamchatka. Sheet N-57. *Explanatory note.* Spb., VSEGEI Publ., 2007, 187 p. (In Russian)
11. Stepanov V.A., Gvozdev V.I., Trukhin YU.P., Kungurova V.E. i dr. Minerals of noble and rare metals in the ores of the Shanuchsky copper-nickel deposit (Kamchatka). *Notes of the Russian Mineralogical Society*, 2010, Part 139, Vol. 2, pp. 43–58. (In Russian)
12. Trukhin YU.P., Stepanov V.A. Sidorov M.D. Kamchatka Nickel-bearing Province. *Reports of the Academy of Sciences*, 2008, Vol. 418, no. 6, pp. 802–805. (In Russian)
13. Trukhin YU.P., Sidorov M.D., Stepanov V.A., Kungurova V.E. The structure and nickel content of the Kuvalor basit-ultrabasic massif. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geologiya i razvedka* — [Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration], 2009, no. 6, pp. 43–49. (In Russian)
14. Shcheglov A.D. Metallogeny of median massifs. L., Nedra Publ., 1971, 148 p. (In Russian)
15. Yanshin A.L. The problem of median arrays. *Bull. MOIP Ser. Geol*, 1965, T. 40, no 5, 8 p. (In Russian)