ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021;(11-1):121–129
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 553.673.411 (470.5) DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_121

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СОВМЕЩЕННОСТИ И ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СОПРЯЖЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ FE-MN-AU ФОРМАЦИОННОГО РЯДА

В. Н. Огородников[1,2], **Ю. А. Поленов**[1], **А. Ю. Кисин**[1,2]

[1] Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия;
[2] Институт геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Аннотация: Авторы статьи длительное время изучают геологию золоторудных месторождений и кварцевого сырья Урала. Накоплен богатый материал о формировании золоторудных и кварцево-жильных объектов для эффективной оценки целесообразности проведения эксплуатационных работ на золото на отработанных рудопроявлениях. На примере Шабровского рудного поля показана пространственная совмещенность и генетическая сопряженность золотого оруденения с породами железо-марганец-золото формационного ряда. В Шабровском рудном районе пространственно совмещены железорудная, марганцевая и золоторудная минерализации. Специальные исследования показали, что последние объединены не только пространственной, но и генетической общностью. Физико-химическое моделирование с учетом геодинамических обстановок развития вещественных комплексов Шабровского рудного поля и его геолого-структурной эволюции позволило связать образование железистых, марганцовистых и золотоносных метасоматитов с развитием во времени и пространстве единой рудно-геохимической гидротермальной системы, движущими параметрами которой были давление и температура, изменявшиеся в системе регрессивно. В Шабровском рудном районе в зонах развития железистых кварцитов и гондитов выделяются участки, по размерам и содержанию золота отвечающие современным требованиям промышленности. Изложенное дает основание для постановки вопроса о проведении ревизии объектов железистых кварцитов, гондитов и родонитов на золото, а последних, кроме того, на поделочное сырье.

Ключевые слова: Урал, золото, родониты, золоторудные месторождения, железистые кварциты, гондиты, Шабровское рудное поле.

Благодарности: Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГГ УрО РАН (гос. регистрации № АААА-А18–118052590028–9).

Для цитирования: *Огородников В. Н., Поленов Ю. А., Кисин А. Ю.* Моделирование пространственной совмещенности и генетической сопряженности месторождений Fe-Mn-Au формационного ряда // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 11-1. – С. 121–129. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_121.

Modeling spatial and genetic associativity of Fe–Mn–Au-bearing ore deposits

V. N. Ogorodnikov[1,2], **Yu. A. Polenov**[1], **A. Yu. Kisin**[1,2]

[1] Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia;
[2] Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

© В. Н. Огородников, Ю. А. Поленов, А. Ю. Кисин. 2021

Abstract: The authors have been studying geology of gold and quartz deposits in the Urals for a long time, and have collected an extensive evidence on the formation of gold ore bodies and quartz veins for the assessment of gold mining expediency in mined-out fields. In terms of Shabrovsky mine field, the special and genetic associativity of gold mineralization and iron–manganese–gold formations is demonstrated. Physicochemical modeling with regard to geodynamic situations and geological structure evolution in Shabrovsky mine field allows correlating formation of ferruginous, manganese and gold-bearing metasomatic rocks with time and space development of the unified ore-geochemical hydrothermal system under the drive forces of regressively alternate pressure and temperature. In Shabrovsky mining area, in the zones of quartzite and gondite, some sites are detected, with sizes and gold contents meeting the modern demands of the industry. The aforesaid offers grounds for auditing gold reserves in bodies of ferruginous quartzite, gondite and rhodonite, appraisal of ornamental raw material in the latter.

Key words: Ural, gold, rhodonite, gold-bearing ore deposits, ferruginous quartzite, gondite, Shabrovsky mine field.

Acknowledgements: The study was carried out under state contract with the Institute of Geology and Geochemistry, State Registration No. AAAA-A18-118052590028-9.

For citation: Ogorodnikov V. N., Polenov Yu. A., Kisin A. Yu. Modeling spatial and genetic associativity of Fe–Mn–Au-bearing ore deposits. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(11-1):121–129. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_121.

Введение

Интерес к уральским рудным месторождениям никогда не ослабевал, но особенно это касается уральских золоторудных месторождений. Перспективы Урала по золоту, несмотря на длительный период отработки самых разных генетических типов месторождений, не исчерпаны. Для эффективной оценки целесообразности проведения эксплуатационных работ на золото на отработанных рудных месторождениях необходимо иметь представление о модели геодинамического формирования золоторудных объектов [1].

В статье приведена модель генетической сопряженности месторождений Fe-Mn-Au формационного ряда на примере Шабровского рудного района Уральского региона. Шабровский рудный район расположен в 25 км к юго-западу от г. Екатеринбурга. В его пределах развиты месторождения железистых кварцитов, гондитов, родонитов, мраморов, тальк-магнезитового камня, талька, гематита, декоративно-облицовочного серпентинита и золота. Все они достаточно тесно сопряжены в пространстве, часто приурочиваются к одним и тем же тектоническим структурам — шовным зонам, однако по времени формирования отчетливо подразделяются на две группы [12]: 1) сформировавшиеся до главной коллизии (C_1) и включающие объекты серпентинитов, гондитов, родонитов и железистых кварцитов; 2) возникшие в связи с главной коллизией (остальные из перечисленных выше месторождений).

Источником Fe, Mn и Au, разноуровневые концентрации которых свойственны объектам первой группы, явились в основном островодужные вулканиты андезит-базальтового состава, а также сопряженные с ними колчеданоносные, специализированные на марганец кремнистые и карбонатные осадки. Месторождения родонитов, гондитов и железистых кварцитов являются более ранними (доколлизионными). В период коллизии они были

причленены (или включены) в коллизионные структуры. Для кварцитов, гондитов и родонитов установлена геохимическая специализация на золото. Во время главной уральской коллизии в этих образованиях содержание золота местами повысилось до промышленно значимого. В гондитах и родонитах известны золотоносные зоны позднего окварцевания, а в кварцитах — существенно кварцевые метасоматиты с золотом, которые в прошлом эксплуатировались старателями как золоторудные объекты.

В настоящее время Шабровский рудный район в целом рассматривается как объект комплексного минерального сырья, который в дальнейшем должен изучаться и осваиваться исходя в первую очередь из этого мировоззрения.

Геологические факторы генетической сопряженности месторождений Fe-Mn-Au формационного ряда

В Шабровском рудном районе пространственно совмещены железорудная, марганцевая (метасоматические железистые кварциты, гондиты, родониты) и золоторудная (прожилково-вкрапленного типа в кварц-серицитовых, существенно кварцевых, в указанной триаде метасоматитов) минерализации. Специальные исследования [6—8, 11—14 и др.] показали, что последние объединены не только пространственной, но и генетической общностью.

Модель геолого-структурного (геодинамического) развития рассматриваемой части региона приведена на рис. 1. Из него видно, что островодужные комплексы (именно они развиты в последней) включают базальтоидные вулканиты с колчеданными месторождениями и андезитоидные с колчеданно- и золото-полиметаллическими объектами, в этих же зонах нередко развиты железистые кварциты. Подчеркнем, что андезитоидные вулканиты отличаются повышенной концентрацией марганца. Причем последняя проявляется как в самих вулканитах, так и в околорудных, сорудных метасоматитах и сопряженных с ними рудах.

Субмаринная и глубоководная вулканическая деятельность, сопровождаемая активным гидротермальным выносом железа и кремнезема, частично фиксированного в окисных и сульфидных рудах в непосредственной близости вулканических аппаратов, вызывала противотечение термальных вод наверх и в сторону берега. В зоне смешения этих вод и возникал геохимический барьер, обусловливающий садку кремнезема и железа [3, 5, 9, 10]. Отложение марганцевых руд происходило из растворов, стекавших в депрессии из удаленных источников. Обогащение осадков марганцем обусловлено тем, что основная масса железа обычно выпадает вблизи гидротермальных источников, поскольку ион двухвалентного железа окисляется легче аналогичного иона марганца вследствие различной величины стандартного окислительного потенциала. Это и приводит к более далекой миграции марганецсодержащих растворов. Осаждение марганца на месторождениях осуществлялось преимущественно в карбонатной (родохрозит, манганокальцит), а также оксидных формах.

Формирующаяся взвесь марганцевых минералов концентрировалась в отрицательных формах рельефа, у подножья постройки или в депрессиях между его вершинами. После отмирания палеогидротермальной системы рудоносная постройка частично разрушалась с образованием аллохтонных гематит-кварцевых пород, а затем пере-

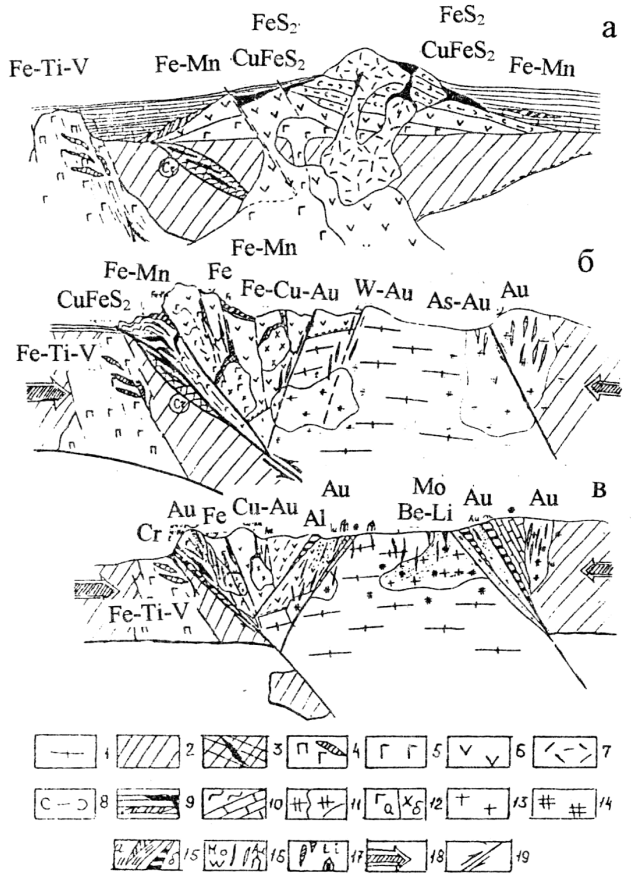

Рис. 1. Кинематическая модель формирования структур островодужной стадии (А), ранне- (Б) и позднепалеозойской (В) коллизий в пределах активной континентальной окраины на Урале [7]: *1* — древняя континентальная кора; *2* — толеит-андезитовые раннеокеанические образования; *3* — ультрабазиты дунит-гарцбургитового хромитоносного комплекса; *4* — ультрабазит-габбровый комплекс с титаномагнетитовой минерализацией; *5—7* — расплавы и породы базальтового (*5*), андезито-базальтового, андезитового и дацитового (*6*), дацитового, риодацитового и риолитового (*7*) составов; *8* — туфы различного состава: *9* — колчеданные и железомарганцевые залежи; *10* — терригенные и карбонатные отложения; *11* — гранитоиды тоналит-гранодиоритовой формации и плагиогранитизация; *12*-образования габбро-гранитной (а) и габбро-диорит-гранодиоритовой (б) формаций; *13* — граниты гранитной формации; *14* — микроклинизация гнейсов; *15* — кианитовые кварциты (а) и альпинотшшые ультрабазиты (б) высокобарических шовных зон; *16* — кварцевые жилы: шеелитоносные, золоторудные молибденитсодержащие, хрусталеносные: *17* — пегматиты: хрусталеносные, с самоцветами, бериллиевые и керамические; *18* — направление сжатия; *19* — тектонические нарушения

Fig. 1. Kinematic model of formation of island arc structure (A), as well as early (B) and late Paleozoic (C) collisions within the active continental margin in the Urals [7]: 1 — ancient continental crust; *2* — tholeiite-andesite early oceanic formations; *3* — ultrabasic rocks of the dunite-harzburgite chromite complex; *4* — ultrabasite-gabbro complex with titanium and magnetite mineralization; *5–7* — melts and rocks of basalt (*5*), andesite-basalt, andesite and dacite (*6*), dacite, rhyodacite, and rhyolite (*7*) compositions; *8* — tuffs of various composition: *9* — pyrite and iron-manganese deposits; *10* — terrigenous and carbonate deposits; *11* — granitoids of tonalite-granodiorite formation and plagiogranitization; *12* — formations of gabbro-granite (a) and gabbro-diorite-granodiorite (b) types; *13* — granites of granitic formation; *14* — microclinization of gneisses; *15* — cyanite quartzites (a) and alpinite ultrabasic rocks (b) of high-pressure suture zones; *16* — quartz veins: scheelite-bearing, gold-bearing, molybdenite-bearing, crystal-bearing; *17* — pegmatites: crystal-bearing, with gems, beryllium and ceramic; *18* — orientation of compression; *19* — tectonic disturbances

крывалась вулканогенно-осадочными отложениями [2, 5]. Суммируя в целом сведения о марганцевых термах, можно отметить, что повышенные концентрации марганца в отличие от «родственного» ему железа фиксируются только в хлоридных и углекислых, а не в сероводородных термах.

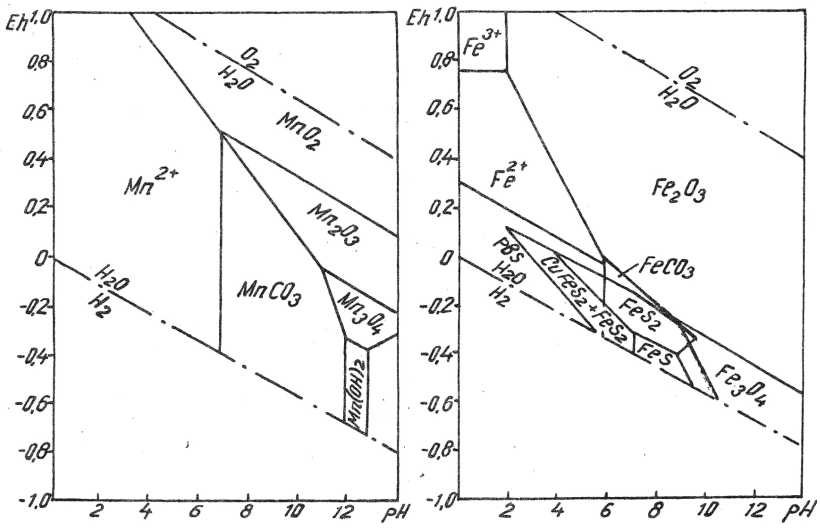

Рис. 2. Соотношения устойчивости между соединениями марганца (а) и железа (б) в зависимости от pH — Eh при 25° и 1 атм в водной среде. По [4]
Fig. 2. Ratios of stability between manganese (a) and iron (b) compounds as function of pH–Eh at 25 ° and 1 atm in aqueous medium [4]

Причины этого явления частью могут быть проанализированы на основании исследований Р. М. Гаррелса [4]. Природное «сродство» марганца к карбонатам (наличие карбонатных руд марганца в рудных полях, где развиты окисные руды железа) может быть объяснено большей устойчивостью карбоната марганца по отношению к его окислам, чем карбоната железа по отношению к окислам железа (рис. 2).

Раздельная миграция марганца и железа не исключает их сонахождения, что объясняется гораздо более широкими полями устойчивости Fe_2O_3, перекрывающими на диаграммах поля окислов марганца.

Если марганцевые карбонаты были смешаны с кремнеземом и пелитовыми осадками, то при метаморфических преобразованиях имеют место реакции декарбонатизации, дающие начало марганцевым силикатам (спессартин, родонит, пироксмангит, бустамит, тефроит, марганецсодержащие пироксены, амфиболы и др.).

Островодужные вулканиты андезит-базальтового состава и главным образом сопряженные с ними колчеданоносные, железо- и марганецсодержащие кремнистые и карбонатные осадки, преобразованные последующими процессами метаморфизма-метасоматоза в железистые кварциты, гондиты и т.п., явились основным источником Fe, Mn и Au в гидротермальном растворе, обусловившем указанную трансформацию первичных пород.

В отмеченной части региона в условиях сжатия и нарастания жесткости геологических структур сначала сформировались базальтоидные железоносные ($S_2 - D_1$), затем андезитоидные золотопродуктивные железо-медные (D_2) вулкано-плутонические пояса, контролируемые глубинными разломами (см. рис. 1, б). Позднее ($C_1 - P$) по границам «микроконтинентов» развились зоны смятия (глубинные разломы типа сбросов), которыми контролируются гранитизация (ранняя, ее продукты представлены гранито-

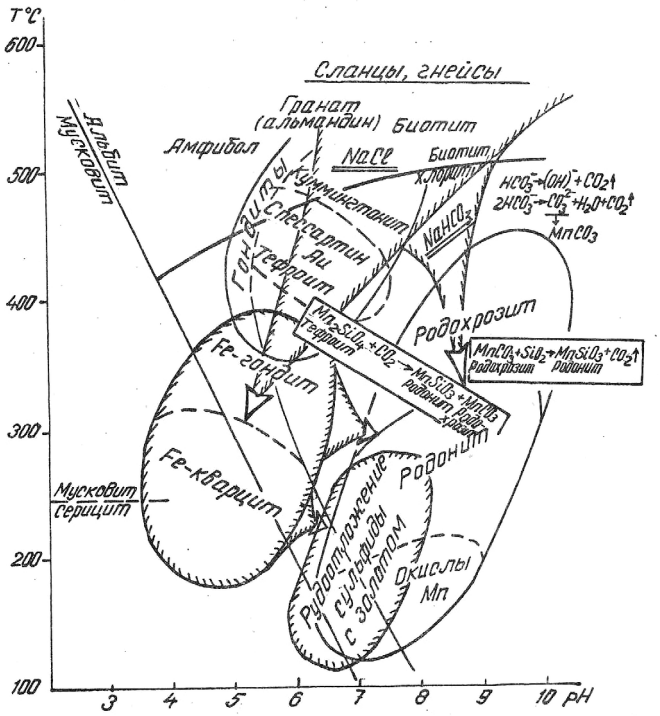

Рис. 3. Физико-химическая модель формирования месторождений Fe — Mn — Au формационного ряда
Fig. 3. Physicochemical model of Fe–Mn–Au-bearing mineralization formational

идами тоналитового состава, специализированными на золото, и поздняя, характеризующаяся нормальными гранитами, продуктивными на редкие металлы, горный хрусталь и др. (см. рис. 1, в). В этих зонах широко развиты бластомилониты, тела метаультрабазитов, а также метасоматиты — продукты регионального кислотного выщелачивания с кварцитами в осевых зонах. Кварциты и сопряженные с ними метасоматиты алюмосиликатного состава иногда обогащены магнетитом и гематитом, родохрозитом, спессартином, родонитом, тефроитом, а также золотосодержащими сульфидами.

Физико-химическое моделирование (рис. 3) с учетом геодинамических обстановок развития вещественных комплексов характеризуемой части района и ее геолого-структурной эволюции позволило связать образование железистых, марганцовистых и золотоносных метасоматитов с развитием во времени (прерывистым) и пространстве единой рудно-геохимической гидротермальной системы, движущими параметрами которой были давление и температура, изменявшиеся в системе регрессивно.

Заключение

На базе изложенного триаду рудоносных образований мы выделяем как полиметалльные (Fe, Mn, Au) члены единой железо-марганцево-золотой формации. Подчеркнем, что в Шабровском районе в зонах развития железистых кварцитов и гондитов выделяются

участки, по размерам и содержанию золота отвечающие современным требованиям промышленности. Так, при пробовании метасоматитов на Кургановском месторождении родонита была выделена зона сульфидизации длиной около 1 км и шириной 28 м с содержанием золота 2,8 г/т. Аналогичные тела были выделены на Горнощитском и Дмитровском месторождениях с содержаниями 3,7 и 7,0 г/т из валовых проб массой около 30 т [7].

Изложенное дает основание для постановки вопроса о проведении ревизии объектов железистых кварцитов, гондитов и родонитов на золото. Таким образом, на рассмотренной площади и ей подобных есть все основания ожидать развития комплексного оруденения, что естественно повышает их практическую значимость и выдвигает требование адекватного подхода при проведении поисковых (комплексных) работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бобина Т. С.*, *Абатурова И. В.* Структурные особенности выветривания рудных месторождений // 15-я конференция и выставка «Инженерная и горная геофизика — 2019». — Европейская ассоциация геологов и инженеров, 2019. — Т. 2019. — №. 1. — С. 1 — 12.
2. *Богданов Ю. А.*, *Бортников Н. С.*, *Викентьев И. В.* Минералого-геохимические особенности гидротермальных сульфидных руд и флюид поля Рейнбоу, ассоциированного с серпентинитами. САХ (36°14′ с.ш.) // Геол. рудн. местор., — 2002 . — Т. 44, № 6. — С. 510 — 542.
3. *Бортников Н. С.*, *Викентьев И. В.* Современное сульфидное минералообразование в мировом океане // Геол. рудн. местор. , — 2005. Т 47, №1. — С. 16 — 50.
4. *Гаррелс Р. М.*, *Крайст Ч. Л.* Растворы, минералы, равновесия. — М.: Мир, 1968. — 368с.
5. *Жуков И. Г.* Девонские марганценосные отложения Магнитогорской палеоостроводужной системы: Дис. ... канд. геол.-мин, наук: — Миасс, 2000. — 145 с.
6. *Коротеев В. А.*, *Огородников В. Н.*, *Сазонов В. Н.*, *Поленов Ю. А.* Минерагения шовных зон. Екатеринбург. — УрО РАН-УГГУ. 2010. — 415 с.
7. *Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Коротеев В. А., Поленов Ю. А. Месторождения золота Урала. — Екатеринбург*, *УГГГА*. 2001. — 622 *с*.
8. Kissin, A., Gottman, I., Sustavov, S., Murzin, V., Kiseleva, D. The first find of Cr2O3 eskolaite associated with marble-hosted ruby in the southern urals and the problem of Al and Cr sources (2020) Minerals, 10 (2), статья № 101. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0 — 85078776553&doi=10.3390%2fmin10020101&partnerID=40&md5=75fa475d4cbed7858ec81dda5df75af2 DOI: 10.3390/min10020101
9. *Maslenikov V. V.*, *Maslenikova S. P.* Rare minerals assemblages in black and white smoker vent chimneys from Uralian VHMS deposits, Russia // Mineralium Deposits research:Meeting the Global Challenge (*Mao J. Bierlein P. F.* eds), 2005/ P/ 647 — 650.
10. *Maslenikova S. P.* A study of trace element distribution in vent chimneys from the Silurian Yaman-Kasy VHMS deposit in the Southern Ural, Russia with using of laser ablation inductively coupled plasma mass-spectrometry (LA-ICP-MS)// Minerals of the Ocean — integrated strateges-2. Conference abstracts. St-Peterburg: VNIIOceanologia, 2004/ P 150 — 153.
11. *Огородников В. Н.*, *Поленов Ю. А.*, *Недосекева И. Л.*, *Савичев А. Н.* Гранитные пегматиты, карбонатиты и гидротермалиты Уфалейского метаморфического комплекса. Екатеринбург: Изд-во ИГиГ РАН-УГГУ, 2016. 283 с.
12. Ogorodnikov, V. N., Polenov, Yu. A., Babenko, V. V. The Khrustalnaya mountain quartz deposit as an object of polygenic and polychronic genesis (2019) Geology and Mineral

Resources of Siberia, (4), pp. 105—110. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0—85078988651&doi=10.20403%2f2078—0575—2019—4-105—110&partnerID=40&md5=751e90d12f057e5019e1a1d0cfb8904b DOI: 10.20403/2078—0575—2019—4-105—110

13. *Шардакова Г. Ю.* Гранитоиды Уфалейского блока: геодинамические обстановки, возраст, источники, проблемы // Литосфера. 2016. № 4. С. 133—136.

14. *Шардакова Г. Ю.,Шагалов Е. С.* Геохимия и условия формирования гранитов нижнеуфалейского массива и ассоциированных с ними пород (Южный Урал) // Докл. РАН. 2004. Т. 394, № 5. С.682—685. ГИАБ

REFERENCES

1. Bobina T. S., Abaturova I. V. Structural features of weathering of ore deposits. / 15th Conference and exhibition "Engineering and mining Geophysics-2019". *15-ya konferenciya i vystavka «Inzhenernaya i gornaya geofizika — 2019»*, 2019, Vol. 2019, no. 1. pp. 1—12. [In Russ]

2. Bogdanov Yu. A., Bortnikov N. S., Vikentiev I. V. Mineralogical and geochemical features of hydrothermal sulfide ores and the Rainbow field fluid associated with serpentinites. SAH (36°14 s.s.). *Geol. rudn. mestor.*, 2002, Vol. 44, no. 6. pp. 510—542. [In Russ]

3. Bortnikov N. S., Vikentiev I. V. Modern sulfide mineral formation in the world Ocean. *Geol. rudn. mestor*., 2005. Vol. 47, no. 1. pp. 16—50. [In Russ]

4. Garrels P. M., Christ Ch. L. *Rastvory, mineraly, ravnovesiya* [Solutions, minerals, equilibria]. Moscow, Mir, 1968. 368 p. [In Russ]

5. Zhukov I. G. *Devonskie margancenosnye otlozheniya Magnitogorskoj paleoostrovoduzhnoj sistemy* [Devonian manganese-bearing deposits of the Magnitogorsk paleoostrovoduzhnaya system]: Candidate thesis, Miass, 2000, 145 p. [In Russ]

6. Koroteev V. A., Ogorodnikov V. N., Sazonov V. N., Polenov Yu. A. *Minerageniya shovnyh zon* [Mineralogy of suture zones]. Yekaterinburg, UrO RAS-UGSU, 2010, 415 p. [In Russ]

7. Sazonov V. N., Ogorodnikov V. N., Koroteev V. A., Polenov Yu. A. *Mestorozhdeniya zolota Urala* [Ural gold deposits]. Yekaterinburg, UGGA, 2001, 622 p. [In Russ]

8. Kissin, A., Gottman, I., Sustavov, S., Murzin, V., Kiseleva, D. The first find of Cr2O3 eskolaite associated with marble-hosted ruby in the southern urals and the problem of Al and Cr sources. 2020, Minerals, Vol. 10 (2), no. 101. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0—85078776553&doi=10.3390%2fmin10020101&partnerID=40&md5=75fa475d4cbed7858ec81dda5df75af2 DOI: 10.3390/min10020101.

9. Maslenikov V. V., Maslenikova S. P. Rare minerals assemblages in black and white smoker vent chimneys from Uralian VHMS deposits, Russia. Mineralium Deposits research: Meeting the Global Challenge (Mao J. Bierlein P. F. eds), 2005, pp. 647—650.

10. Maslenikova S. P. A study of trace element distribution in vent chimneys from the Silurian Yaman-Kasy VHMS deposit in the Southern Ural, Russia with using of laser ablation inductively coupled plasma mass-spectrometry (LA-ICP-MS). Minerals of the Ocean integrated strateges-2. Conference abstracts. St-Peterburg: VNIIOceanologia, 2004, pp. 150—153.

11. Ogorodnikov V. N., Polenov Yu. A., Nedosekova I. L., Savichev A. N. *Granitnye pegmatity, karbonatity i gidrotermality Ufalejskogo metamorficheskogo kompleksa* [Granite pegmatites, carbonatites and hydrothermalites of the Ufa metamorphic complex]. Yekaterinburg, Publishing house of Igip RAS-UGSU, 2016, 283 P. [In Russ]

12. Ogorodnikov, V. N., Polenov, Yu. A., Babenko, V. V. The Khrustalnaya mountain quartz deposit as an object of polygenic and polychronic genesis (2019) Geology and Mineral Resources of Siberia, Vol. 4, pp. 105—110. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0—85078988651&doi=10.20403%2f2078—0575—2019—4-105—110&par

tnerID=40&md5=751e90d12f057e5019e1a1d0cfb8904b DOI: 10.20403/2078—0575—2019—4-105—110.

13. Shardakova G. Yu. Granitoids of the Ufaley block: geodynamic conditions, age, sources, problems. *Litosfera*. 2016, no. 4, pp. 133—136. [In Russ]

14. Shardakova G. Yu., Shagalov E. S. *Geohimiya i usloviya formirovaniya granitov nizhneufalejskogo massiva i associirovannyh s nimi porod (YUzhnyj Ural)* [Geochemistry and conditions of formation of granites of the Lower Ural massif and associated rocks (Southern Urals)]. Dokl. RAS. 2004, Vol. 394, no. 5, pp. 682—685. [In Russ]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Огородников Виталий Николаевич[1,2] — зав.кафедрой, д-р геол.-минерал. наук, профессор;
Поленов Юрий Алексеевич[1] — профессор, докт. геол.-минерал. наук;
Кисин Александр Юрьевич[1,2] — профессор, докт. геол.-минерал. наук;
[1] Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия, e-mail:fgg.gl@m.ursmu.ru;
[2] Институт геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ogorodnikov V. N.[1,2], Head of Department, Dr. Sci. (Geol. Mineral.), Professor;
Polenov Yu. A.[1], Professor, Dr. Sci. (Geol. Mineral.);
Kisin A. Yu.[1,2], Professor, Dr. Sci. (Geol. Mineral.);
[1] Ural State Mining University, ul. Kuibysheva 30, Yekaterinburg, 620144 Russia, e-mail: fgg.gl@m.ursmu.ru;
[2] Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia.

Получена редакцией 01.06.2021; получена после рецензии 17.06.2021; принята к печати 10.10.2021.
Received by the editors 01.06.2021; received after the review 17.06.2021; accepted for printing 10.10.2021.