ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 549.283:549.27 (470.6)
DOI: 10.23671/VNC.2020.1.59067

Оригинальная статья

Генезис и рудоносные структуры Чучкурского месторождения благородных металлов Северного Кавказа

И. А. Богуш[1], Г. В. Рябов[1], В. И. Черкашин[2]

[1]Южно-Российский государственный политехнический университет, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск 346428, Российская Федерация, e-mail: i_bogush@mail.ru

[2]Институт геологии Дагестанского Федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. Ярагского, 75, г. Махачкала 367030, Российская Федерация, e-mal: dangeo@mail.ru

Статья поступила: 18.02.2020, после рецензирования:: 12.03.2020, принята к публикации: 27.03.2020

Резюме: Актуальность работы. Крупнейшее на Кавказе Чучкурское месторождение Северного Приэльбрусья разведывалось первоначально как золоторудный объект. Дополнительное опробование в рудной зоне показало постоянное наличие металлов платиновой группы, соизмеримое с его золотоносностью, что позволило рассматривать его как комплексное (Au, Pt, Pd) благороднометальное. **Цель работы** – выделение рудоносных структур и установление генезиса Чучкурского золоторудного месторождения. **Методы исследования:** составление карты рудной нагрузки Северного Приэльбрусья масштаба 1:25000, геологическая сьемка месторождения масштаба 1:5000, геохимическая съемка и изучение рудного тела в масштабе 1:2000. Рудное тело изучалось минералогическим картированием, минераграфическими и петрографическими методами. **Результаты работы**. Благоприятный высокогорный рельеф позволил рассмотреть полный разрез рудогенной структуры и оценить генетические особенности месторождения. Метасоматические рудные тела березит-пропилитов локализуются в вулканогенно-осадочной толще туфов и туффитов кинырчадской свиты (P_1kn) корневой зоны пермского вулкана. Флюидоактивные рудогенные каналы прорывают рудоносную туфовую толщу нижней перми и нижележащие дислоцированные черные сланцы. В подстилающей черносланцевой толще девона (D_2ar) развиты жильные секущие тела метасоматитов и березитов по субвулканическим гранодиоритам. Полагается активизация и вынос благородных металлов из девонских черных сланцев с отложением их в пермских туффитах. Непосредственная связь рудного метасоматоза с пермским андезито-дацитовым вулканом позволяет определить рудогенез как масштабную пропилитизацию кислых пород с рудными метасоматитами и двумя фациями березитизации (березиты и березит-пропилиты). **Вывод**. Функционально рудоносные черные сланцы девона Чучкурского месторождения отчетливо проявляются двояко: с одной стороны являются рудоносными терригенными концентраторами благородных металлов (Au, Pt, Pd) с площадными субпромышленными аномалиями этих металлов; с другой стороны – рудобразующими, выполняя донорские функции и являясь источником золота и платиноидов в Чучкурском месторождении. Рудные концентрации металлов Чучкурского месторождения обусловлены гидротермальной флюидоактивной зоной пермского палеовулкана с мобилизацией металлов из рудоносной девонской черносланцевой толщи, благородные металлы черных сланцев девонской толщи в местах наложения магматических тел и флюидоактивной деятельности мобилизируются и переотлагаются с образованием промышленных рудных скоплений.

Ключевые слова: Северный Кавказ, Чучкурское месторождение, благородные металлы, генезис, рудогенные структуры, черные сланцы.

Для цитирования: Богуш И. А., Рябов Г. В., Черкашин В. И. Генезис и рудоносные структуры Чучкурского месторождения благородных металлов Северного Кавказа. *Геология и геофизика Юга России.* 2020. 10 (1): 81-95. DOI: 10.23671/VNC.2020.1.59067.

GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION OF SOLID MINERALS, MINERAGENY

УДК 549.283:549.27 (470.6)
DOI: 10.23671/VNC.2020.1.59067

Original paper

Genesis and ore-bearins structures of the Chuchukur noble metals deposit of the North Caucasus

I. A. Bogush[1], G. V. Ryabov[1], V. I. Cherkashin[2]

[1]The M. I. Platov South -Russian State Polytechnic Univesity, 132 Prosveshcheniya Str., Novocherkassk, Russian Federation, e-mail: i_bogush@mail.ru.

[2]Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, 75 Yaragskogo Str.,Makhachkala, Russian Federation, e-mail: dangeo@mail.ru

Received: 18.02.2020, revised:12.03.2020, accepted: 27.03.2020

Abstract: **Relevance.** The Largest Chuchkur deposit in the Caucasus in the Northern Elbrus region was originally explored as a gold ore object. Additional sampling in the ore zone showed the constant presence of platinum group metals commensurate with its gold content, which allowed us to consider it as a complex (Au, Pt, Pd) noble metal. **The purpose of this work**: is to identify ore-bearing structures and establish the Genesis of the Chuchkur gold ore deposit. **Research methods**: mapping the ore load of the Northern Elbrus region at a scale of 1:25000, geological survey of the site at a scale of 1: 5000, geochemical survey and study of the ore body at a scale of 1: 2000. The ore body was studied by mineralogical mapping, mineralogical and petrographic methods. **Result of work.** Favorable high-altitude terrain allowed us to consider the full section of the ore structure and evaluate the genetic features of the Deposit. Metasomatic ore bodies of beresite-propylites are localized in the volcanogenic-sedimentary strata of tuffs and tuffites of the Kinyrchad suite (P_1kn) of the root zone of the Permian volcano. Fluid-active ore channels break through the ore-bearing tuff strata of the lower Permian and the underlying dislocated black shales. In the underlying Devonian (D_2ar) black-shale strata vein-sectioning bodies of metasomatites and beresites are developed along subvolcanic granodiorites. Activation and removal of precious metals from Devonian black shales with their deposition in Permian tuffites is assumed. The direct connection of ore metasomatism with the Permian andesite-dacite volcano allows us to define ore genesis as large-scale propylitization of acidic rocks with ore metasomatites and two facies of beresitization (beresites and beresit-propylites). **Conclusion:** Functionally ore-bearing black shales of the Devonian of the Chuchkur deposit are clearly manifested in two ways: on the one hand, they are ore-bearing terrigenous concentrators of noble metals (Au, Pt, Pd) with areal sub-industrial anomalies of these metals; on the other hand, they are ore-forming, performing donor functions and being a source of gold and platinoids in the Chuchkur deposit. Ore concentrations of metals in the Chuchkur deposit are formed by the hydrothermal fluid active zone of the Permian paleovolcano with the mobilization of metals from the ore-bearing Devonian black shale stratum. The noble metals of the black shales of the Devonian are mobilized and redeposited stratum in superposition areas of magmatic bodies and fluid-active deposits with the formation of industrial ore bodies.

Key words: North Caucasus, Chuchukur deposits, nobles metals, genesis, ore-bearing structures, black shale.

For citation: Bogush I. A., Ryabov G. V., Cherkashin V. I. Genesis and ore-bearins structures of the Chuchukur noble metals deposit of the North Caucasus. *Geologiya I Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2020. 10 (1): 81-95. DOI: 10.23671/VNC.2020.1.59067.

Введение

В пределах 370 км-й полосы пермских отложений металлогенической зоны Передового хребта Кавказа оруденение представлено медными и золоторудны-

ми проявлениями и месторождениями [Богуш, 1995; Богуш, Сендецкий, 1997]. Единственным на Кавказе месторождением коренного золота с утвержденными запасами является Чучкурское золоторудное месторождение в Северном Приэльбрусье. Благородные металлы месторождения генетически связаны с флюидоактивной зоной нижнепермской вулканической постройки (вулкан Чуммурлы) в зоне Передового хребта [Богуш, 1995; Богуш, Сендецкий, 1997, Черницин В. Б., Прокуронов, 1977]. Золотосульфидный тип оруденения представляет практический и значительный теоретический интерес, поскольку при значительной протяженности полоса пермских вулканитов и основание вулканов изучено крайне слабо. Орографические особенности высокогорного рельефа Передового хребта дают возможность детально изучить полный разрез рудной структуры и генетические особенности крупного месторождения благородных металлов.

Методика исследований

Рудное поле и Чучкурское месторождение исследовались авторами в течении ряда лет. Начальный этап связан с геологической сьемкой масштаба 1:5000 и составлением карты рудной нагрузки участка Передового хребта. В процессе разведки Чукурского месторождения проводились геохимическая съемка и изучение рудного поля в масштабе 1:2000. Рудное тело изучалось минералогическим картированием, минераграфическими и петрографическими методами.

Геологическое строение Чучкурского месторождения. Чучкурское месторождение благородных металлов по простиранию вскрыто субширотным ущельем реки Чучкур, левого притока реки Худес бассейна реки Кубани**.** В левом (южном) борту ущелья вскрыта рудная зона Чучкурского месторождения, полого погружающаяся в западном направлении. В правом (северном) борту ущелья наблюдается полный разрез пермского вулкана и его цоколя, представленного девонской черносланцевой толщей. Нижнепермская рудообразующая вулканическая постройка представляет собой поверхностный стратовулкан, входящий в региональную общекавказскую полосу. Основание вулканической постройки с резким угловым несогласием субгоризонтально перекрывает дислоцированную толщу девонских углеродсодержащих черных сланцев.

Рудное тело месторождения залегает в андезито-дацитовой вулканогенно-осадочной туфовой толще (P_1 kn) и тяготеет преимущественно к туффитовой составляющей этой толщи [Богуш, 1995; Сендецкий, 1998; Черницин, 1977]. Рудоносная толща по всему разрезу сопровождается вертикальными магмо- и рудовыводящими разломами корневой зоны палеовулкана. Секущие рудоносные разломы по вертикали содержат благороднометальное оруденение как в пермских породах, так и в черных сланцах цокольной тощи. Верхняя лавовая толща вулкана андезито -дацитов не содержит оруденения (рис.1). Метасоматическое оруденение благородных металлов Чучкурского месторождения сопровождается сульфидизацией (пиритизация) и переработкой вмещающих пород в кварц-серицитовые метасоматиты с хлоритом и карбонатом. Золото визуально и микроскопически не фиксируется, но хорошо обогатимо.

Общее пологое залегание вулкана в зоне Передового хребта сопровождается его погружением в западном направлении под осадочную толщу нижней юры и размывом с обнажением полного разреза в воздымающейся восточной части. Центральная часть вулкана по простиранию вскрыта рекой Чучкур с выходом руд-

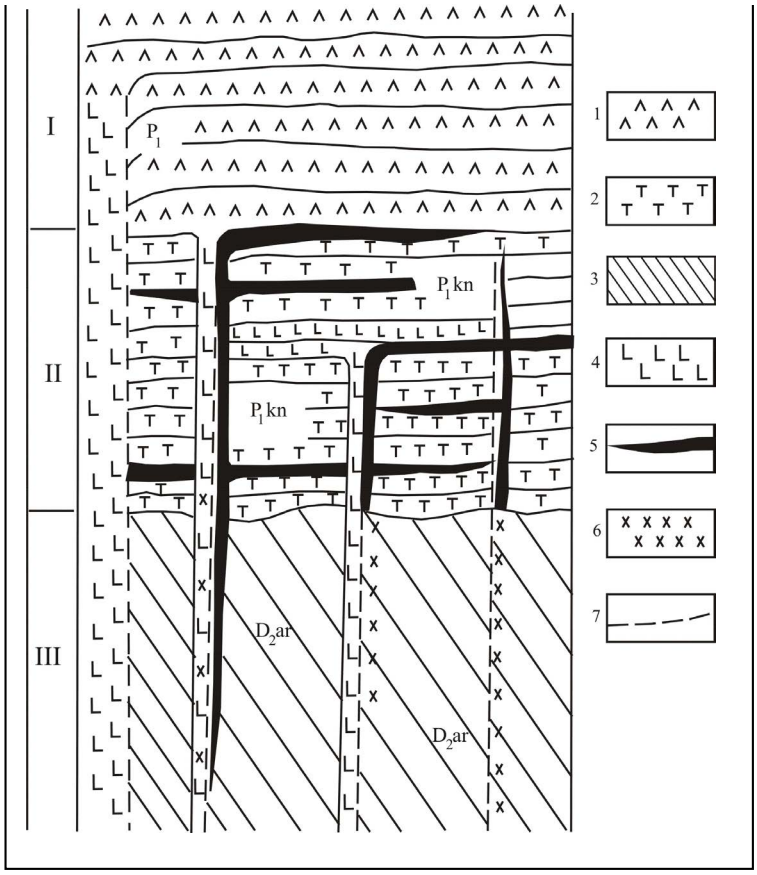

Рис. 1. Разрез и рудоносность нижнепермской вулканической постройки Чучкурского месторождения.
Условные обозначения: I – лавовая андезито-дацитовая толща; II – вулканогенно-осадочная туфовая рудоносная толща кинырчадской свиты; III – цокольная черносланцевая толща девона артыкчатской свиты.
1-андезито-дацитовые лавы; 2-туфы и туффиты; 3-черные сланцы; 4-гранодиориты; 5-руды, метасоматиты, березит-пропилиты; 6-березиты; 7- рудоносные разломы.

Fig. 1. Section and ore content of the Lower Perm volcanic structure of the Chuchkurskoye field.
Legend: I – lava andesite-dacite sequence; II – volcanic-sedimentary tuff ore-bearing stratum of the Kinyrchad Formation; III – basement black shale stratum of the Devonian Artykchat Formation.
1-andesite-dacite lavas; 2-tuffs and tuffits; 3-black slates; 4-granodiorites; 5-ores, metasomatites, birch-propylites; 6-beresites; 7- ore-bearing faults.

ной зоны в северном и южном бортах ущелья этой реки. Северный фланг вулканической полосы ограничен глубинными разломами Тырныауз-Пшекишской шовной зоны, южный и восточный фланги перекрываются Тоханским надвигом.

В рудном поле Чучкурского месторождения, благодаря расчлененности горного рельефа, удается проследить в рудообразующем разрезе следующие вертикальные составляющие (снизу- вверх): 1) рудоносные и рудоподводящие тектонические структуры в региональной полосе подстилающих девонских черных сланцев; 2) рудоносную вулканогенно-осадочную толщу основания пермского палеовулкана; 3) лавовую безрудную толщу верхней половины вулканической постройки (рис.1).

В разрезе рудогенерирующего вулкана Чуммурлы четко выделяются две толщи кинырчадской свиты (P_1 kn): 1- нижняя продуктивная вулканогенно-осадочная; 2 – верхняя безрудная лавовая. Вулканиты лавовой толщи сложены дацитами, ри-

одацитами до риолитов, трахидацитами натровой серии, высокоглиноземистыми с содержанием щелочей от 4,9 до 8,9% [Сендецкий, 1998].

Вулканогенно-осадочная толща перми и более древние черные сланцы пронизаны секущими субвертикальными жильными магматическими телами (дайки и некки), с наложенными рудоносными гидротермально-метасоматическими структурами. Расчлененный высокогорный рельеф, вскрывший западный фланг и центральную часть месторождения, однозначно демонстрирует тектонический контроль и связь оруденения с флюидоактивной корневой зоной пермского палеовулкана. При этом хорошо доступны к изучению структура и генетические особенности месторождения в полном объеме его разреза, включая рудное тело и рудоподводящие каналы.

Первоначальная разведка Чучкурского месторождения определила только промышленные содержания золота, что позволило отнести его к золотосульфидным месторождениям [Богуш, 1995]. Наложенный на кислые породы метасоматоз, связанный с пермским вулканизмом, определил генетические типы оруденения как березиты и березит-пропилиты [Богуш, 1995]. Дополнительное опробование золотоносных руд, проведенное авторами, позволило значительно увеличить промышленную ценность руд и отнести месторождение к комплексным благороднометальным [Богуш, Черкашин, 2019]. По результатам опробования в рудах месторождения, кроме золота, установлены палладий и платина (таблица 1).

При разведке платина и палладий в рудах и породах Чучкурского месторождения золота не определялись и, соответственно, не учитывались при подсчете запасов. Исходя из полученных нами новых данных, золоторудное Чучкурское месторождение следует относить к золото-платино-палладиевым месторождениям. Причем, обращает на себя внимание четко выраженный палладиевый по отношению к платине приоритет золотых руд.

Цокольный этаж палеовулкана, как уже указывалось, сложен углеродсодержащими черносланцевыми толщами, которые на Северном Кавказе повсеместно обогащены благородными металлами (Au, Pt, Pd) [Парада, 2009, Богуш, Черкашин, 2019]. В девонских цокольных черных сланцах Чучкурского рудного поля это полностью сохраняется (таблица 2).

Генетические особенности и источники благородных металлов. Вулканические метасоматические процессы пропилитизации затрагивают по вертикали вулканогенно-осадочные породы и выполняют трещинные каналы, осуществляя главный рудогенный процесс в породах подошвы и цоколя вулкана. Единый гидротермально-метасоматический процесс в разрезе пермского вулкана распадается на три части: 1) рудоносные вулканогенно-осадочные туфы андезито-дацитов (березит-пропилиты); 2) золотосодержащие березиты в дайках кислых пород (гранодиориты); 3) рудоносные, пиритизированные кварц-серицит-хлоритовые метасоматиты, приуроченные к субвертикальным тектоническим зонам, секущим черносланцевую и туфогенную толщи пород цоколя и основания вулкана (рис. 1,2,3,4). Единство разнофациальных метасоматических процессов рудогенеза обьединено в рудоносных структурах основания вулкана (рис. 2,3,4). В пределах единой тектонической структуры развиты тела березитизированных субвулканических гранодиоритов, рудоносные метасоматиты и оруденелые туффиты. Рудное поле Чучкурского месторождения располагается в пределах Северного разлома глубинной Тырныауз-Пшекишской шовной зоны [Баранов, Греков, 1982; Богуш, 1995;

Таблица 1/Table 1

Содержания благородных металлов в рудной зоне Чучкурского месторождения*

Noble metal content in the ore zone of the Chuchkursky deposit *

№ п/п	Номера образца/ Specimen number	Порода/ Formation	Au, г/т /Au, g/t	Pd, г/т /Pd, g/t	Pt, г/т /Pt, g/t
1	Ч-2001-10/1 Ch-2001-10 /1	Гранодиорит (березит)/ Granodiorite (birch)	0,74	0,92	0,25
2	Ч-2001-11/1 Ch-2001-11 / 1	Гранодиорит (березит)/ Granodiorite (birch)	2,6	1,75	0,92
3	Ч-21/1 Ch-21/1	Черный сланец/ Black slate	0,85	0,91	0,45
4	Ч-Х01-21/1 Ch-X01-21/1	Метасоматит кварцевый/ Quartz metasomatite	1,30	1,15	0,65
5	Ч-ХХ01-201/1 Ch-XX01-201/1	Песчаник/ Sandstone	1,49	1,12	0,35
6	Ч-ХХ01-201/2 Ch-XX01-201/2	Песчаник/ Sandstone	1,50	1,30	0,65
7	Ч-73/94 Ch-73/94	Туфолава/ Welded tuff	1,10	1,20	0,50
8	Ч-74/94 Ch-74/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	1,38	0,92	0,61
9	Ч-75/94 Ch-75/94	Туф/ Tuff	0,64	0,80	0,32
10	Ч-76/94 Ch-76/94	Андезито-дацит/ Andesite-dacite	0,64	0,80	0,32
11	Ч-101/94 Ch-101/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	1,0	0,92	0,52
12	Ч-115/94 Ch-115/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	1,34	1,22	038
13	Ч-69/94 Ch-69/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	1,65	1,20	0,38
14	Ч-77/94 Ch-77/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	0,72	0,90	0,22
15	Ч-83/94 Ch-83/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	1,34	1,41	0,60
16	Ч-116/94 Ch-116/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	2,1	1,32	0,64
17	Ч-120/94 Ch-120/94	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	1,72	1,20	0,51
18	Ч-21/13 Ch-21/13	Черный сланец/ Black slate	1,54	1,15	0,32
19	Ч-21/21 Ch-21/21	Метасоматит/ Metasomatite	1,40	1,12	0,54
20	Ч-69/91 Ch-69/91	Андезито-дацитовый туф/ Andesite-dacite tuff	1,57	1,22	0,44
21	Ч-16/2 Ch-16/2	Гранодиорит (березит)/ Granodiorite (birch)	1,0	0,84	0,42

*Анализы выполнены атомно-абсорбционным методом лабораторией физико-химических исследований Института геологии Дагестанского Федерального научного центра РАН.

Таблица 2/ Table 2

Содержания благородных металлов в черных сланцах Чучкурского рудного поля*

Noble metal content in the black shales of the Chuchkur ore field *

№ п/п	№ образца /Specimen number,	Порода /Formation	Au, г/т /Au, g/t	Pt, г/т /Pt, g/t	Pd, г/т /Pd, g/t
1	Ч-1/231 Ch-1/231	Сланец (филлит) /Slate (phyllite)	0,85	0,90	0,45
2	Ч-17/94 Ch-17/94	Сланец (филлит) /Slate (phyllite)	0,24	0,20	0,23
3	Ч-23/94 Ch-23/94	Гравелит /Gravelite	0,25	0,24	0,24
4	Ч-26/94 Ch-26/94	Сланец (с кальцитом) /Slate (with calcite)	0,22	0,22	0,25
5	Ч-32/94 Ch-32/9	Сланец (филлит) /Slate (phyllite)	0,31	0,25	0,27
6	Ч-37/94 Ch-37/94	Сланец (филлит) /Slate (phyllite)	0,24	0,21	0,23
7	Ч-38/94 Ch-8/94	Песчаник /Sandstone	0,25	0,21	0,24
8	Ч-39/94 Ch-39/94	Сланец (с кварцем) /Slate (with quartz)	0,0,24	0,20	0,23
9	Ч-40/94 Ch-40/94	Сланец (с кварцем) /Slate (with quartz)	0,19	0,17	0,20
10	Ч-73/94 Ch-73/94	Сланец (филлит) /Slate (phyllite)	0,24	0,19	0,24

*Анализы выполнены атомно-абсорбционным методом лабораторией физико-химических исследований Института геологии Дагестанского Федерального научного центра РАН.

Богуш, Сендецкий, 1997; Омельченко, 2019]. Зона Тырныауз-Пшекишских разломов по данным Черницина, Прокуронова, 1977, [Crauch et al., 1991] ограничивает распространенность золота на Северном Кавказе.

Рудные березит-пропилиты. Они сосредоточены в туфогенной нижней части кынычадской свиты (P_1 kn) основания пермской вулканической постройки и перекрываются верхней лавовой монолитной толщей верхней части вулкана. Положение рудных березитов контролируется системой субвертикальных Чучкурских разломов с простиранием 295°–310°. Морфология тел березит-пропилитов достаточно сложная, коробчатая. Промышленное оруденение благородных металлов березит-пропилитов локализуется в секущих разломах и на разных стратиграфических уровнях в разрезе туфогенной корневой толщи палеовулкана (рис.1). Стратифицированные рудные тела березит-пропилитов, в сочетании с рудоносными субвертикальными разломами, приурочены к пачкам вулканогенно-осадочных туффитов с гравелитовой составляющей андезито-дацитов. В туфогенной толще рудный метасоматоз затрагивает в первую очередь вулканогенно-осадочные туффиты. Пелитоморфный материал туффитов полностью переработан гидротермальными процессами и превращен в пиритизированный и карбонатизированный кварц-серицитовый, серицитолитовый и кварц-хлорит-серицитовый метасоматит.

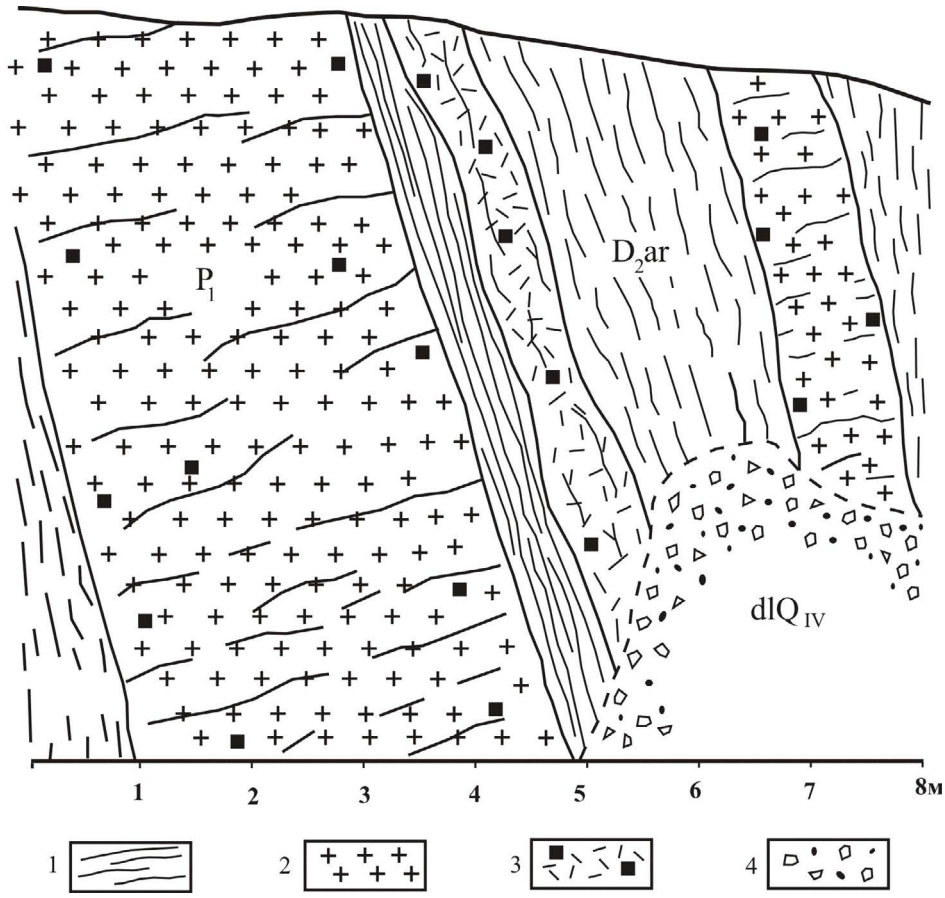

Рис. 2. Березиты и рудные метасоматиты в тектонической зоне черных сланцев артыкчатской свиты перми (P_1ar).
Условные обозначения: 1 – филлиты; 2 – березитизированные гранодиориты; 3 – рудные метасоматиты.

Fig. 2. Berezites and ore metasomatites in the tectonic zone of the black schists of the Artykk Formation Permian (P_1ar).
Legend: 1 – phyllite; 2 – berezitized granodiorites; 3 – ore metasomatites.

Рудные березит-пропилиты разнообразны в составе рудной минеральной составляющей: пирит (5-17%), магнетит (0,5-7,0%), титаномагнетит (до 3-4%), леллингит (0,2-2,0%), арсенопирит (редок, до 1,0-1,5%), золото, серебро, блеклые руды, сфалерит, халькопирит, галенит, мушкетовит, гематит (редки). Рудным минералам корреспондируют высокие содержания следующих элементов: мышьяка (кларк концентрации КК=1055), висмута (КК=100), сурьмы (КК=85), молибдена (КК=28), вольфрама (КК=28), серебра (КК=13), иттербия (КК=11).

Золото – тонкодисперсное, рассеянное, повсеместно количественно положительно коррелируется со степенью гидротермальной проработки и сульфидизации березитов и большей частью локализуется в пирите. Для пиритов Чучкурской рудной зоны свойственно постоянное и относительно высокое содержание золота – 0,02-70 г/т. Максимальное содержание золота в рудах Чучкурского месторождения по данным бороздового опробования достигает 20 г/т.

Кластогенные составляющие туффитов (андезито-дациты, кварц), заключенные в пелитоморфном базисном цементе, в незначительной степени изменены руд-

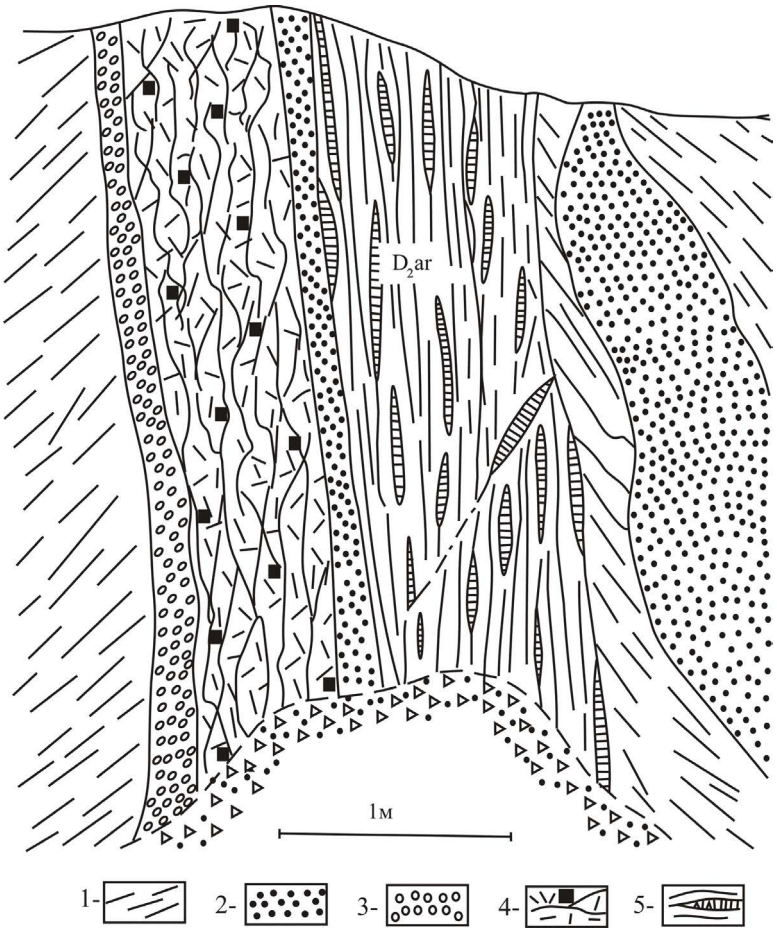

Рис. 3. Рудоносная тектоническая структура в черных сланцах девона, в цоколе пермского палеовулкана Чуммурлы.
Условные обозначения: 1– филлиты; 2 – метапесчаники; 3 – метасоматиты (пропилиты) по сланцам; 4 – линзовидные жилы карбоната в разлистованных филлитах.

Fig. 3. Ore-bearing tectonic structure in the black shales of the Devonian, in the basement of the Permian paleovolcano Chummurly.
Symbols: 1– phyllites; 2 – meta sandstones; 3 – metasomatites (propylites) along schists; 4 – lenticular carbonate veins in stratified phyllites.

ным метасоматозом. Пирокластический андезито-дацитовый материал туффитов при метасоматозе сохраняет свои текстурные и структурные особенности.

Золотосодержащие березиты. Наложенная гидротермальная проработка (березитизация) затрагивает как жильные вулканиты (андезито-дациты) основания вулканогенной перми, так и нижележащие жильные гранодиориты черносланцевой толщи [Богуш, 1995]. Отдельные дайки гранодиоритов березитизированы по всему телу. В большинстве случаев березитизация развита в эндоконтактах внутри даек. Контакты тел березитов постепенные, нечеткие, но хорошо фиксируемые визуально по характерному гидротермальному изменению и сульфидизации. Классические березиты [Богуш, 1995] приурочены к жильным магматическим телам субвулканических гранодиоритов. Начальная стадия березитизации затрагивает эндоконтактные контакты даек и проявляется в локальной серицитизации, хлоритизации и пиритизации гранодиоритов. Местами локальная березитизация следует по контрактационным и тектоническим трещинам в дайках гранодиоритов. Крайней сте-

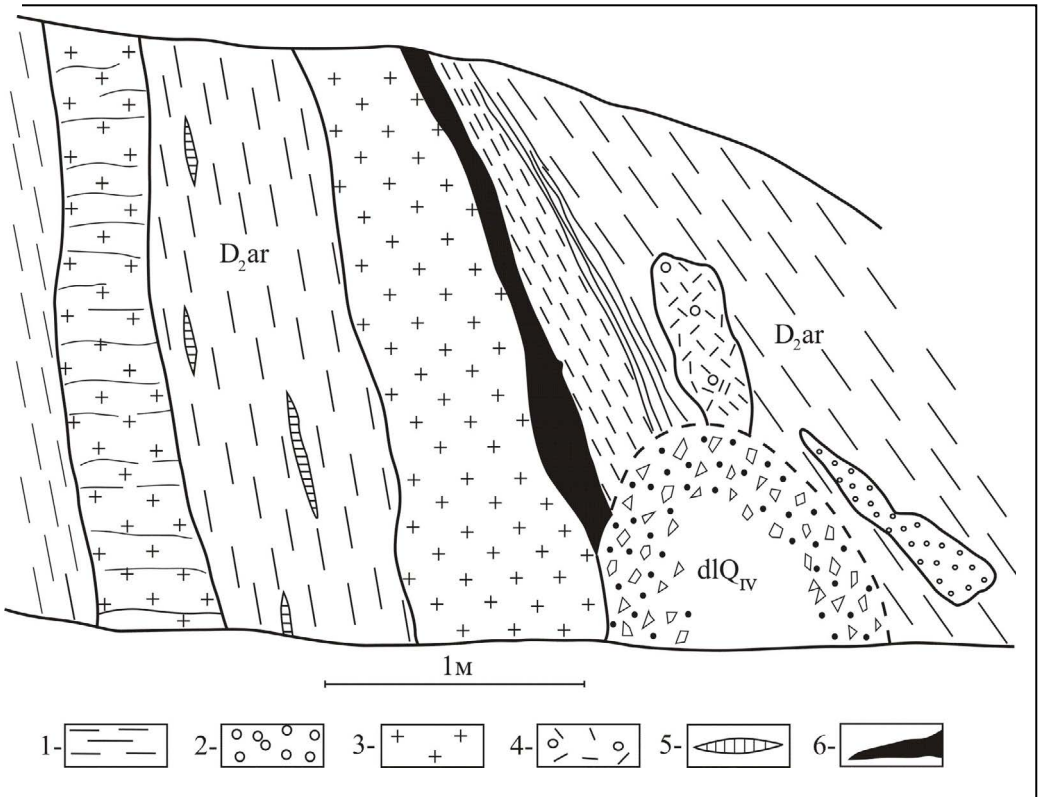

Рис. 4. Рудоносная зона в сланцах девона (D_2ar) цоколя пермского вулкана Чуммурлы. Условные обозначения: 1 – филлиты; 2 – гранодиориты;3 – березитизированные гранодиориты: 4 – анхикварцевые березиты; 5 – конгломераты; 6 – рудные метасоматиты.
Fig. 4. Ore zone in the Devonian schists (D2ar) of the basement of the Perm volcano Chummurly. Legend: 1 – phyllites; 2 – granodiorites; 3 – berezitized granodiorites: 4 – Anchiquartz berezites; 5 – conglomerates; 6 – ore metasomatites.

пенью березитизации гранодиоритов является практически полное замещение их анхикварцевым агрегатом с пиритом и серицитом.

Метасоматиты. Метасоматические рудные процессы пропилитизации сопровождают рудоподводящие каналы. Флюидоносные растворы, выполняя трещины, изменяют практически все породы в тектонических швах (рис. 2,3,4). Рудоносные метасоматиты развиты в туфовой толще перми и в черных сланцах девона, сопровождая субвертикальные разломы флюидоактивной корневой зоны вулкана. В зоне разломов горные породы превращены в анхикварцевые, кварц-серицитовые и серицит-хлоритовые породы с карбонатом, пиритом, арсенопиритом, халькопиритом.

Источники рудных металлов Au,Pd,Pt. Генетические особенности Чучкурского месторождения наглядно проявились в приведенном выше анализе рудных разрезов и наборе известных геологических фактов. Непосредственная связь рудного метасоматоза с пермским андезито-дацитовым вулканом позволяет определить рудогенез как масштабную пропилитизацию кислых пород с рудными метасоматитами и двумя фациями березитизации (березиты и березит-пропилиты). Приведенные геологические данные по месторождению позволяют рассмотреть также проблему источника благородных металлов.

В мировой практике важнейшим геолого-промышленным типом месторождений благородных металлов являются углеродсодержащие черносланцевые толщи,

содержащие такие объекты как Мурунтау, Сухой Лог, Бакырчик, Олимпиадненское и другие месторождения [Гурская, 2000; Додин и др., 2000; Новожилов, Гаврилов, 1999; Сендецкий, 1997; Gurskaya, 1991; Holland, 1979; Сазонов, Коротеев и др. 2011]. Девонский черносланцевый терригенный комплекс Северного Кавказа по своим геологическим характеристикам является полным аналогом мировых продуктивных черных сланцев [Гончаров и др., 2007; Геология СССР, Северный Кавказ, 1968; Гурская, 2000; Додин и др., 2000; Константинов, 1984; Юдович, Кертис, 1988; Gurskaya, 1991]. Такой вывод подтверждается рудоносностью девонской толщи сланцев [Богуш, Черкашин, 2019; Гончаров и др., 2007; Mao and others, 2002]. Палеозойские черные сланцы Северного Кавказа (эйфельский-франкский ярусы) в региональном масштабе вытянуты 200-километровой полосой при мощности от 0,5 до 1500-2000 м.

Девонские сланцы представляют собой образования исходно глинистого состава с незначительным объемом вулканогенных и псефито-псаммитовых пород. При господствующем положении (85-88%) пелитовых пород (филлиты) в составе сланцев девона участвуют также алевролиты, песчаники, гравелиты, конгломераты, кремнистые, карбонатные и туфогенные прослои, согласные и секущие тела вулканогенных и жильных магматических пород.

Исходные глинистые породы артыкчатской (D_2ar) и андрюкской (D_2an) свит Северного Кавказа представлены в ископаемых толщах исключительно филлитами, глинистая составляющая заменена гидрослюдами, а аквагенное углеродистое вещество метаморфизовано до состояния антрацита и антраксолита [Богуш, Черкашин, 2019]. Основной объем формации составляют филлиты, слагающие более 78% ее разреза. Кластические породы – конгломераты, гравелиты, песчаники и алевролиты – составляют до 21%. Петрографические и геохимические исследования черных сланцев [Богуш, Черкашин, 2019; Гончаров и др., 2007] обосновали в филлитах их специфичность в виде высокой магнезиальности (MgO до 8-9% и более). Своеобразие этих отложений заключается в значительном влиянии терригенного ультраосновного материала на их петрохимические особенности. Отложения черносланцевой формации по вещественному составу относятся к весьма редкому типу – офиокластам, образовавшемуся за счет размыва офиолитов. В составе обломочного материала присутствуют преимущественно фтаниты и серпентиниты, а также филлиты, известняки, граувакки, долериты, плагиограниты [Богуш И. А., Сендецкий, 1997; Богуш, Черкашин, 2019; Гончаров и др., 2007; Сендецкий, 1998; Черницин В. Б., Прокуронов, 1977].

В пределах девонской полосы черных сланцев артыкчатской и андрюкской свит нами было отобрано более 200 точечных и бороздовых литохимических проб и проанализировано атомно-абсорбционным методом на группу благородных металлов Au, Pd, Pt. Во всех пробах черных сланцев выявлено аномальное содержание этой триады в сумме около 1 г/т, причем эти металлы присутствуют в равных пропорциях. Благородные металлы содержатся в рассеянном тонкодисперсном состоянии, визуально и даже микроскопически не фиксируются. Редкие находки платины и золота обнаружены нами в черных сланцах Большелабинского рудного района. В современном аллювии Урупского и Большелабинского рудных районов в шлиховых пробах золота встречены минеральные формы платины, осмия, иридия и рутения [Богуш, Черкашин, 2019].

По оценке авторов в черных сланцах Северного Кавказа содержатся гигантские запасы благородных металлов Au, Pd, Pt [Богуш, Черкашин, 2019; Hulbert and others,1992].

Благороднометалльное оруденение в Чучкурском месторождении в одинаковой степени проявилось как в рудном теле, так и в подстилающих черных сланцах девона. Однотипная по составу рудоносность месторождения в более древних черных сланцах свидетельствует о донорской роли сланцев в формировании оруденения месторождения. Глубинные флюиды андезито-дацитовых очагов пермских вулканов активно проявились в черных сланцах цоколя вулкана. Метасоматические растворы пропилитизации, мигрируя через сланцы, активируют и мобилизуют общий сланцевый фон благородных металлов и формируют локальные рудные концентрации в туффитах туфовой толщи нижней перми. Пермские вулканогенно-осадочные породы служат благоприятным геохимическим барьером для рудоносных (Au, Pd, Pt) флюидоактивных продуктов синвулканической пропилитизации. Рудогенные флюиды, поставляемые тектоническими каналами, разгружаются в самих каналах (метасоматиты и березиты) и туфовой толще (березит-пропилиты). Рудная составляющая не проявлена в лавовой верхней толще палеовулкана, что фиксирует возраст оруденения внутри деятельности нижнепермского вулканизма.

Донорская роль черных сланцев девона находит свое подтверждение на примере полосы пермских вулканов по реке Аксаут. Породы кынырчадской свиты и дайки гранодиоритов здесь не содержат благородных металлов. При сохранении аналогии разреза Чучкурскому месторождению, в разрезе пермского палеовулкана Аксаута, в основании вулкана отсутствует рудоносный девонский черносланцевый комплекс, а развиты каменноугольные породы.

Заключение

1. Функционально рудоносные черные сланцы девона Чучкурского месторождения отчетливо проявляются двояко: с одной стороны являются рудоносными терригенными концентраторами благородных металлов (Au, Pt, Pd) с площадными субпромышленными аномалиями этих металлов; с другой стороны – рудобразующими, выполняя донорские функции и являясь источником золота и платиноидов в Чучкурском месторождении.

2. Рудные концентрации металлов Чучкурского месторождения обусловлены гидротермальной флюидоактивной зоной пермского палеовулкана с мобилизацией металлов из рудоносной девонской черносланцевой толщи.

3. Пример Чучкурского месторождения показывает, что благородные металлы черных сланцев девонской толщи в местах наложения магматических тел и флюидоактивной деятельности мобилизируются и переотлагаются с образованием промышленных рудных скоплений.

4. Синвулканический рудный процесс в продуктах вулканизма указывает на его общую принадлежность к процессам пропилитизации. В данном случае пропилитизация вулканитов кислого андезито-дацитового состава уточняет и детализирует термин «пропилиты», как процесс метасоматоза синхронного вулканической деятельности. Пропилитизация субвулканических пород относит их к классическим березитам, а метасоматическая переработка андезито-дацитовых туфов и туффитов формирует рудоносные березит-пропилиты.

5. Черносланцевый рудогенез благородных металлов углеродсодержащих терригенных черносланцевых толщах относится к весьма сложным и длительным процессам, в котором активно участвуют процессы седиментогенеза, диа- и катагенеза, регионального метаморфизма и наложенного метасоматоза [Богуш, Черкашин, 2019; Гончаров и др., 2007; Гурская, 2000; Додин и др., 2000; Константинов, 1984; Сендецкий, 1997; Holland, 1979]. В данном случае рудогенез благородных металлов на Северном Кавказе в черных сланцах ограничен возрастными рамками девон-карбон. Черные сланцы Северного Кавказ в Чучкурском рудном поле уже в нижнепермское время показывают себя как зрелые, метаморфиты с надфоновым содержанием благородных металлов на уровне аномалий для всей полосы герцинских сланцев. Этот факт фиксирут верхнюю возрастную границу оруденения (Au, Pt, Pd) нижней пермью, т.е. отмечает герцинский возраст оруденения. Одновременно подтверждается допермский герцинский возраст рудных процессов регионального метаморфизма главной складчатости палеозойских толщ Северного Кавказа.

Литература

1. Баранов Г. И., Греков И. И. Геодинамическая модель Большого Кавказа // Проблемы геодинамики Кавказа. М.: Наука, 1982. С. 51-59.

2. Богуш И. А. Золотоносные березиты на Северном Кавказе // Доклады АН РФ. 1995. Т. 342, № 2. С. 205-208.

3. Богуш И. А., Сендецкий И. И. Рудная минерализация золотоносных зон пиритизации «неколчеданной» формации Кубань-Малкинского междуречья (С. Кавказ) // Проблемы геологии и геоэкологии Юга России и Кавказа. Материалы междунар. научн. конф. Т.1. Геология, полезные ископаемые. Новочеркасск. 1997. С. 134-139.

4. Богуш И. А., Черкашин В. И. Источники благородных металлов (Au,Pt,Pd) на Северном Кавказе // Литосфера 2019, том19, № 3. С.465-471.

5. Гончаров В. И., Богуш И. А., Исаев В. С., Глазырина Н. В., Джангиров М. Ю., Дарчиева А. Е., Васьков И. М. Поисковые критерии и перспективы благородных металлов девонских черносланцевых толщ на Северном Кавказе // Вестник Владикавказского научного центра РАН. 2007. Т. 7. № 3. С. 19-24.

6. Геология СССР. Северный Кавказ. Ч.1. Геологическое описание. М.: Недра. 1968. С. 135-152, 508-510.

7. Гурская Л. И. Платинометалльное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. С. Пб., изд-во ВСЕГЕИ. 2000. 208 с.

8. Додин Д. А., Чернышов Н. М., Яцкевич Б. А. Платинометальные месторождения России. СПб., изд-во Наука. 2000. 735 с.

9. Константинов М. М. Генетические системы золоторудных месторождений // Докл. АН СССР. 1984. Т. 275. №3. С. 696-699.

10. Новожилов Ю. М., Гаврилов А. М. Золото-сульфидные месторождения в углеродисто-терригенных толщах. И-во ЦНИГРИ. М., 1999. 175 с.

11. Омельченко В. Л. О глубинных разломах на Северном Кавказе // Литосфера. 2019. Т. 1. С. 130-142.

12. Парада С. Г. Предпосылки и признаки платиноносности Северного Кавказа // Состояние минерально-сырьевой базы Юга России и перспективы ее развития. Материалы науч.-техн. конф. Ростов н/Д. 2009. С. 83-87.

13. Сазонов В. Н., Коротеев В. А., Огородников В. Н., Поленов Ю. А., Великанов А. Я. Золото в «черных сланцах» Урала // Литосфера. 2011 № 4. С. 70-92.

14. Сендецкий И. И. Петрохимические особенности вулканитов кынырчадской свиты Кубань-Малкинского междуречья // Проблемы геологии и экологии Юга России и Кавказа.

Материалы междунар. научн. конф. Т. 1. Геология, полезные ископаемые. Новочеркасск, 1997. С. 108-110.

15. Сендецкий И. И. Золотоносные гидротермалиты нижнепермского тафрогена Кубань-Малкинского междуречья (Северный Кавказ). Автореферат канд. диссер. Новочеркасск, 1998. 25 с.

16. Черницин В. Б., Прокуронов П. В. Металлогеническая специализация Пшекиш-Тырныаузского глубинного разлома (Большой Кавказ) // Геология рудных месторождений. 1977. № 2. С. 115-118.

17. Юдович Я. Э., Кертис М. П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука. 1988. 272 с.

18. Crauch R. J., Coveney R. M, Murowchick J. B. Black shalesas hosts for uconventional platinum- group-element resources/ US Geol. Surv., 1991, № 1062, p. 33-34.

19. Gurskaya L. I. Platinum-grjup element mineralization associated with the black shales a new stratiform type ort for PGE. Abstr. VI Internation. Platinym semhjs. Perth, W. Australia, 1991, h. 23.

20. Holland H. D. 1979. Metals in black shale – a reassessment Economic Geology. v. p. 1676-1680.

21. Hulbert, L. J., Carne, R. C., Gregoire, D. C., and Paktunc, D., 1992, Sedi-mentary nickel, zinc, and platinum-group-element mineralization in De-vonian black shales at the Nick property, Yukon Canada: A new depositype: Exploration and Mining Geology, v. 1, p. 39-62.

22. Mao J., Leman B., Du A., Zhang G., Ma D., Wang Y.,Zeng M., Kerrich R. (2002) Re-Os Dating of Polymetallic Ni-Mo-PGE-Au Mineralization in Low Cambrian Black Shales of South China and Its Geologie Significanse. Econ. Geol., 97, 1051-1060.

References

1. Baranov G. I., Grekov I. I. Geodynamic model of the Greater Caucasus. Problems of geodynamics of the Caucasus. Moscow, Nauka, 1982. pp. 51-59. (In Russ.)

2. Bogush I. A. Gold-bearing berezites in the North Caucasus. Doklady of the Russian Academy of Sciences. 1995. Vol. 342. No. 2. pp. 205-208. (In Russ.)

3. Bogush I. A., Sendetskii I. I. Ore mineralization of gold-bearing zones of pyritization of the «non-pyritic» formation of the Kuban-Malka interfluve (N. Caucasus). Problems of geology and geoecology of Russian South and the Caucasus. In: Proceedings of international scientific conference. Vol.1. Geology, mineral deposits. Novocherkassk. 1997. pp. 134-139. (In Russ.)

4. Bogush I. A., Cherkashin V. I. Sources of noble metals (Au, Pt, Pd) in the North Caucasus. Lithosphere. 2019. Vol. 19. No. 3. pp. 465-471. (In Russ.)

5. Geology of the USSR. North Caucasus. Part 1. Geological description. Moscow. Nedra, 1968. pp. 135-152, 508-510. (In Russ.)

6. Goncharov V. I., Bogush I. A., Isaev V. S., Glazyrina N. V., Dzhangirov M. Yu., Darchieva A. E., Vas'kov I. M. Search criteria and prospects for noble metals of the Devonian black shale strata in the North Caucasus. Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2007. Vol. 7. No.3. pp. 19-24. (In Russ.)

7. Gurskaya L. I. Black shale type platinum metallization and its prediction criteria. Saint Petersburg. VSEGEI publishing house, 2000. 208 p. (In Russ.)

8. Dodin D. A., Chernyshov N. M., Yatskevich B. A. Platinum deposits of Russia. Saint Petersburg, Nauka, 2000. 735 p. (In Russ.)

9. Konstantinov M. M. Genetic systems of gold deposits. Doklady USSR Academy of Sciences. – 1984. Vol. 275. No. 3. pp. 696-699. (In Russ.)

10. Novozhilov Yu. M., Gavrilov A. M. Gold-sulfide deposits in carbon-terrigenous strata. Moscow. TsNIGRI, 1999. 75 p. (In Russ.)

11. Omel'chenko V. L. About deep faults in the North Caucasus. Lithosphere. 2019. Vol. 1. pp. 130-142. (In Russ.)

12. Parada S. G. Conditions and signs of platinum mineralization in the North Caucasus. The state of the mineral resource base of the Russian South and the prospects for its development. In: Proceedings of scientific and technical conference. Rostov-on-Don, 2009. pp. 83-87. (In Russ.)

13. Sazonov V. N., Koroteev V. A., Ogorodnikov V. N., Polenov Yu. A., Velikanov A. Ya. Gold in the «black shales» of the Urals. Lithosphere. 2011. No. 4. pp. 70-92. (In Russ.)

14. Sendetskii I. I. Petrochemical features of the volcanics of the Kynyrchad Formation of the Kuban-Malkinsky interfluve. Problems of geology and ecology of Russian South and the Caucasus. In: Proceedings of international scientific conference. Vol. 1. Geology, minerals. Novocherkassk. 1997. pp. 108-110. (In Russ.)

15. Sendetskii I. I. Gold-bearing hydrothermalites of the Lower Permian taphrogen of the Kuban-Malka interfluve (Northern Caucasus). Abstract of Cand. Thesis, Novocherkassk. 1998. 25 p. (In Russ.)

16. Chernitsin V. B., Prokuronov P. V. Metallogenic specialization of the Pshekish-Tyrnyauz deep fault (Greater Caucasus). Geology of ore deposits. 1977. No. 2. pp. 115-118. (In Russ.)

17. Yudovich Ya. E., Kertis M. P. Geochemistry of black shales. Leningrad. Nauka, 1988. 272 p.

18. Crauch R. J., Coveney R. M, Murowchick J. B. Black shalesas hosts for uconventional platinum- group-element resources. US Geol. Surv. 1991. No.1062. pp. 33-34.

19. Gurskaya L. I. Platinum-grjup element mineralization associated with the black shales a new stratiform type ort for PGE. Abstr. VI Internation. Platinymsemhjs.Perth, W. Australia. 1991. H. 23.

20. Holland H. D. Metals in black shale – a reassessment Economic Geology. v. p. 1979. pp. 1676-1680.

21. Hulbert L. J., Carne R. C., Gregoire D. C., Paktunc D. Sedi-mentary nickel, zinc, and platinum-group-element mineralization in Devonian black shales at the Nick property, Yukon Canada: A new deposittype: Exploration and Mining Geology. 1992. Vol. 1. pp. 39-62.

22. Mao J., Leman B., Du A., Zhang G., Ma D., Wang Y.,Zeng M., Kerrich R. Re-Os Dating of Polymetallic Ni-Mo-PGE-Au Mineralization in Low Cambrian Black Shales of South China and Its GeologieSignificanse. Econ. Geol., 97, 2002, pp. 1051-1060.