Geology and Geophysics of Russian South

11 (3) 2021

= ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ =

VДК 553.435 (470.6) DOI: 10.46698/VNC.2021.80.87.001

Оригинальная статья

# Колчеданы Северного Кавказа. Перспективы рудоносности Худесского месторождения

## И.А. Богуш<sup>(1)</sup>, Г.В. Рябов<sup>(1)</sup>, А.А. Бурцев<sup>(1)</sup>

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, Россия, 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, e-mail: georg. riabov@yandex. ru

Статья поступила: 02.08.2021, доработана: 24.08.2021, принята к публикации: 31.08.2021

Резюме: Актуальность работы заключается в изучении и обосновании перспектив выявления новых рудных тел в слабо изученных частях рудного поля. Рассмотрены геологические особенности крупного Худесского медноколчеданного месторождения Северного Кавказа. Рудные залежи месторождения разведаны и локализованы только в восточной части рудного поля. Центральная часть и западный фланг поля практически не разведаны, хотя здесь сохраняется полный рудоносный разрез и выделена мощная Северная зона пиритизированных метасоматитов. Месторождение планируется Уральской горнорудной компанией в ближайшие годы ввести в промышленную разработку (ведется разработка технического проекта). Целью проведенных исследований являлось составление схемы разреза продуктивной части девонской вулканической постройки со стратиграфическими уровнями рудных залежей гидротермально-осадочных руд и установление прямых признаков скрытого оруденения. Методы работы. В процессе проведения полевых работ выполнено подробное описание этих крупнообломочных плотных пород, состоящих из обломков глыб вулканитов и кластогенно-гидротермального мелкообломочного цемента с редкими (1%) обломками массивных колчеданных руд и пиритизированных метасоматитов. Результатом работ явилось обоснование в качестве главного поискового признака наличия обломков массивных руд в секущих телах эксплозивных брекчий, указывающих на скрытое промышленное оруденение. Доказывается поствулканический характер этих рудоносных эксплозивных брекчий. Рекомендуется направление поисковых работ. Поисковые буровые скважины при прослеживании и выявлении стратиграфических рудных уровней нужно располагать по субмеридиональным профилям. В существующей штольне №19 следует пройти в северном направлении разведочные квершлаги с учётом секущего вертикального положения поствулканических тел эксплозивных брекчий. Учитывая связь нижнепермского вулканизма с золотоносным Северным разломом Тырныауз-Пшекишской тектонической зоны, близость и геологическое единство Чучкурского и Худесского месторождений, следует провести опробование эксплозивных брекчий на комплекс полиметаллов, включая золото.

**Ключевые слова**: Северный Кавказ, медноколчеданные месторождения, Худесское рудное поле, эксплозивные брекчии, поисковые критерии.

**Для цитирования:** Богуш И.А., Рябов Г.В., Бурцев А.А. Колчеданы Северного Кавказа. Перспективы рудоносности Худесского месторождения. *Геология и геофизика Юга России*. 2021. 11 (3): 6 – 16. DOI: 10.46698/VNC.2021.80.87.001.

6

## = GENERAL AND REGIONAL GEOLOGY =

## DOI: 10.46698/VNC.2021.80.87.001

Original paper

## Pyritic deposits of North Caucasus. Prospects of minerality of Hudes deposit

## I. A. Bogush<sup>1</sup>, G. V. Ryabov<sup>1</sup>, A. A. Burtsev<sup>1</sup>

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), 132 Prosveshcheniya, Novocherkassk 346428, Russian Federation, e-mail: georg. riabov@yandex.ru

Reseived: 02.08.2021, revised: 24.08.2021, accepted: 31.08.2021

Abstract: The relevance of the work is to study and substantiate the prospects for identifying new ore bodies in poorly studied parts of the ore field. The geological features of the large Khudessky copper-crusted deposit of the North Caucasus are considered. The ore deposits of the deposit have been explored and localized only in the eastern part of the ore field. The central part and the western flank of the field are practically not explored, although a complete ore-bearing section is preserved here and a powerful Northern zone of pyritized metasomatites is identified. The deposit is planned to be put into commercial development by the Ural Mining Company in the coming years (a technical project is being developed). The aim of the research was to draw up a section diagram of the productive part of the Devonian volcanic structure with stratigraphic levels of ore deposits of hydrothermal-sedimentary ores and to establish direct signs of hidden mineralization. Methods. In the course of field work, a detailed description of these large-block dense rocks consisting of fragments of blocks of volcanites and clastogenic-hydrothermal small-block cement with rare (1%) fragments of massive pyrite ores and pyritizedmetasomatites was performed. The results of the work were the substantiation as the main search sign of the presence of fragments of massive ores in the secant bodies of explosive breccias, indicating hidden industrial mineralization. The post-volcanic character of these ore-bearing explosive brecciasis proved. The direction of search operations is recommended. Prospecting drilling wells should be located along submeridional profiles when tracing and identifying stratigraphic ore levels. In the existing tunnel No. 19, it is necessary to pass exploration quershlags in the northern direction, taking into account the secant vertical position of the post-volcanic bodies of explosive breccias. Taking into account the connection of the Lower Permian volcanism with the gold-bearing Northern fault of the Tyrnyauz-Przekish tectonic zone, the proximity and geological unity of the Chuchkur and Khudessky deposits, it is necessary to test explosive breccias for a complex of polymetals, including gold.

Keywords: North Caucasus, copper pyrite deposits, Khudeskoe ore field, explosive breccias, search criteria.

**For citation:** Bogush I.A., Ryabov G.V., Burtsev A.A. Pyritic deposits of North Caucasus. Prospects of minerality of Hudes deposit. *Geologiya I Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2021. 11 (3): 6 – 16. DOI: 10.46698/VNC.2021.80.87.001.

#### Введение

Медноколчеданные месторождения Северного Кавказа эксплуатируются с 60-х годов прошлого столетия и являются главным рудным промышленным объектом региона. На западном фланге 200-километровой колчеданоносной полосы расположено Урупское медноколчеданное месторождение, дающее стране медь, золото и примесную платину [Колчеданные месторождения..., 1973]. Кроме него, в Лабино-Урупском горнопромышленном центре сосредоточено еще шесть промышленных колчеданных залежей, запасов которых хватит на 50-60 лет.

Второй рудный центр Северного Кавказа расположен в Северном Приэльбрусье, где практически в едином рудном поле расположены Худесское медно-кобаль-

11 (3) 2021

товое и крупное Чучкурское золоторудное месторождения [Богуш и др., 2020; Колчеданные месторождения..., 1973]. Разработка этих месторождений в ближайшее время диктуется экономическими и социальными интересами Кавказского региона. Крупнейшее на Кавказе по рудной массе Худесское медноколчеданное месторождение Северного Приэльбрусья занимает участок глубинной Тырныауз-Пшекишской шовной зоны [Скрипченко, 1972; Скрипченко, Тамбиев, 2000; Парада и др., 2019]. На отработку этого месторождения выдана лицензия. Однако разработка медноколчеданного кобальтоносного месторождения задерживается в связи с логистическими и технологическими трудностями. Рекомендации по перспективам увеличения запасов этого месторождения могут ускорить его эксплуатацию.

## Методика исследований

Худесское месторождение и рудное поле исследовалось нами с 70-х годов прошлого века путем геологического картирования масштаба 1:2000-1:5000 восточного и западного его флангов, а также участия в его разведке и подсчёте запасов руды и металлов. В процессе разведки месторождения производилась документация подземных горных выработок и керна буровых скважин. Полевые работы сопровождались минералогическими, петрографическими, геохимическими и минераграфическими исследованиями руд и пород. Составлено 5 карт рудного поля и месторождения, выполнены сотни аналитических исследований, написано 8 производственных отчётов.

## Худесское рудное поле

Сочетание структурных и геоморфологических элементов Худесского рудного поля даёт возможность наблюдать естественный продольный разрез крупной вулканической раннегерцинской постройки протяжённостью 23 км и шириной выхода вулканитов 1-2,5 км. Мощность вулканитов достигает 2000 м в центре вулкана и резко сокращается на флангах до 129-200 м. Рудное поле связано исключительно с плоским вулканом щитового типа. Гидротермально-осадочное медноколчеданное оруденение за пределами палеовулканической постройки по всей полосе кизилкольской свиты (D<sub>2-3</sub>ks) отсутствует [Геология СССР, 1968]. В Худесском палеовулкане, несмотря на его чёткую обособленность в палеорельефе, отсутствуют признаки вулканизма центрального типа. Специфической особенностью вулканизма является ареальный характер извержений [Скрипченко, Тамбиев, 2000]. Излияние базальтоидных вулканитов в придонных подводных условиях происходило из многочисленных трещинных аппаратов, формировавших стратифицированные пластовые тела и горизонты подушечных (шаровых) лав [Скрипченко, 1966, 1972; Скрипченко, Тамбиев, 2000].

Кизилкольская свита девонской офиолитовой толщи Северного Кавказа сложена последовательно дифференцированной базальт-риолитовой формацей [Колчеданные месторождения..., 1973]. В составе свиты выделяются покровы и линзовидные тела базальтов, андезито-базальтов, андезитов, андезито-дацитов, дацитов, переслаивающихся с туфами, туфобрекчиями, кремнистыми туффитами. В центральной части палеовулкана субширотная полоса девонских вулканитов пересекается мощным (до 200-250 м) вертикальным телом нижнепермских лейкократовых плагиогранитов хребта «Гранитный».

Рудное поле, совпадающее с центральной частью Худесской вулканической постройки, выделяется: 1 – максимальной мощностью и полнотой разреза вулканитов; 2 – фациальным разнообразием вулканитов; 3 – максимальным развитием магмовыводящих пород субвулканической и жерловой фаций; 4 – наличием мощных тел шаровых лав; 5 – концентрацией малых интрузий и жильных поствулканических магматических дайковых пород; 6 – промышленной концентрацией и фациальной полнотой гидротермально-осадочного колчеданного оруденения; 7 – наличием мощных зон сульфидизированных метасоматитов; 8 – сочетанием генетически разнообразной син- и поствулканической сульфидной (колчеданной) минерализации. Комплекс геологических особенностей Худесского рудного поля следует рассматривать как однозначный поисковый критерий колчеданного оруденения в вулканитах кизилкольской свиты.

Медноколчеданное оруденение Худесского рудного поля сосредоточено в пределах нижней базальтоидной половины разреза кизилкольской свиты в виде стратифицированных рудных залежей – Северной, Промежуточной, Центральной и Кизилкольской (рис. 1). Последние две зоны имеют общий стратиграфический уровень.

Породы / Rocks	Мощность/ Energy	Толщи / Thick
AL AL	268 M	D <sub>2</sub> ks <sub>1</sub> <sup>4</sup>
	№ 85-270 м	D <sub>2</sub> kS <sub>1</sub> <sup>3</sup>
	180-220 м	D2ks12
V	<u>24 м</u> 63 м	
T T T		
^ ^ ^ _ ^	38 м	
VL VL VL VL VL VL	150-240 м	D <sub>2</sub> ks,1
	120-145 м 0-150 м	
	-	

8 0 0

10

11 0

В разрезе колчеданоносной кизилкольбазальт-андезит-дацитового ской свиты состава Н.С. Скрипченко выделены две толщи: нижняя – спилитовая (базальтоидная) и верхняя – андезитовая [Скрипченко, 1966, 1972]. Колчеданное оруденение затрагивает нижнюю (спилитовую) толщу и не обнаружено в верхней андезитовой толще. Продуктивная спилитовая толща базальтоидных вулканитов описана нами в разрезе центральной части Худесского палеовулкана на пересечении по ручью Конушкол (рис. 1). Представленный опорный разрез обобщает по вертикали около 1 км мощно-

Рис. 1. Разрез нижней, продуктивной, половины кизилкольской свиты. Условные обозначения: 1 – базальты; 2 – андезиты: 3 – андезито-базальты; 4 – андезито-дациты; 5 – туфы и вулканические брекчии; 6 – магмовыводящие каналы; 7 – габбро; 8 – подушечная отдельность лав; 9 – колчеданные руды; 10 – околорудные сульфидизированные метасоматиты; 11 – метасоматиты; 12 – филлиты; 13 – тектоническая зона; 14 – контакты постепенные; 15 – рудные зоны (1 – Главная, 2 – Промежуточная, 3 – Северная) /

Fig. 1. Section of the lower productive half of the Kizilkol suite. Legend: 1 – basalts; 2 – andesites: 3 – andesite-basalts; 4 – andesite-dacite; 5 – tuffs and volcanic breccias; 6 – magma effluent channels; 7 – gabbro; 8 – pillow structure of lavas; 9 – pyritic ores; 10 – circum-ore sulphidized metasomatites; 11 – metasomatites; 12 – phyllites; 13 – tectonic zone; 14 – gradual contacts; 15 – ore zones (1 – Main, 2 – Intermediate, 3 – North) сти основания кизилкольской свиты и состоит из четырёх горизонтов. В опорном разрезе отчётливо выделяется две пачки вулканитов, сохраняющих одинаковую гомодромную эволюцию – базальт-андезито-базальт-андезит (андезито-дацит). Эти толщи равновеликие по мощности и разделены 120-тиметровой пачкой пород пёстрого фациального состава с чередованием пластовых тел андезито-базальтов, базальтов, вулканических брекчий и туфов (рис. 1).

Разведанные колчеданные залежи (Главная, Промежуточная и Кизилкольская) располагаются в восточной части рудного поля (рис. 1) [Скрипченко, 1966]. Здесь имеются выходы на поверхность Главной залежи и сосредоточены разведочные выработки – 17 штолен и более 120 буровых скважин. Центральная часть и западный фланг практически не разведаны, хотя здесь сохраняется полный рудоносный разрез и выделена мощная Северная зона пиритизированных метасоматитов. Прямым поисковым признаком скрытого промышленного оруденения на западной половине рудного поля являются выходы рудоносных эксплозивных брекчий [Богуш, Гончарова, 1970; Иванкин, 1962; Смирнов, 1982; Яковлев и др., 1965].



Рис. 2. Трубообразные тела эксплозивных брекчий. Условные обозначения: 1 – брекчии; 2 – рудные обломки; 3 – андезиты, андезито-базальты; 4 – пироксеновые базальты; 5 – туфы; 6 – яшмоиды; 7 – аплитовидные граниты; 8 – диабазы; 9 – моренные отложения; 10 – элементы залегания пород; 11 – ориентировка подушечных лав /

Fig. 2. Pipelike bodies of explosive breccias. Legend: 1 – breccias; 2 – ore fragments; 3 – andesites, andesite-basalts; 4 – pyroxene basalts; 5 – tuffs; 6 – jasperoids; 7 – aplite-like granites; 8 – diabases; 9 – morainic deposits; 10 – elements of bedding of rocks; 11 – orientation of pillow lavas

### Эксплозивные рудоносные брекчии

Рудоносные эксплозивные брекчии в единичном проявлении встречены в ущелье балки Кривой, где они в виде сближенных крупных тел прорывают вулканиты верхней половины кизилкольской свиты. Секущие трубообразные тела брекчий имеют овальную форму, длинные оси тел ориентированы согласно слоистости вмещающих вулканитов (рис. 2). По периферии тел отмечаются секущие и согласные межпластовые линейные апофизы эксплозивных брекчий. Два сближенных трубообразных тела эксплозивных брекчий имеют в плане размеры 360'142 м и 148'72 м и занимают субвертикальное положение в дислоцированных вулканитах (D<sub>2-3</sub>ks) (рис. 3). По центру тела брекчий пересекаются субвертикальной дайкой лейкократовых плагиогранитов, аналогичных крупному секущему интрузиву пермских гранитов хребта Гранитного в центре Худесского палеовулкана [Скрипченко, 1966].

Эксплозивные брекчии представляют собой крупнообломочные плотные породы, состоящие из обломков глыб вулканитов и кластогенно-гидротермального мелкообломочного цемента с редкими (1%) обломками массивных колчеданных руд и пиритизированных метасоматитов [Богуш, Гончарова, 1970]. Обломки брекчий имеют округлую, изометричную или несколько удлинённую форму. Размеры обломков изменяются от 1-2 см до 35-42 см; преобладают обломки размерностью 5-12 см в поперечнике (70-80% объёма). Мелкообломочный материал (менее 1 см) достаточно контрастно отличается по размеру от массы обломков и может быть отнесён к цементу. В гранулометрическом составе брекчий преобладают типы с количественным господством мелкообломочного магматического цементирующего материала.

Крупные обломки брекчий представлены риолитами, андезитами, дацитами, кремнистыми породами (яшмоиды). В небольших количествах (менее 1%) обнаруживаются обломки колчеданных руд и кварц-серицитовых пиритизированных метасоматитов. Цемент эксплозивных брекчий в основном кластический и редко магматический. Кластический агрегат представлен мелкими (0,05-8,0 мм) остроугольными обломками пород и минералов, заключённых в кварц-альбит-хлоритовый, кварц-альбит-гематитовый базис. Лавовый цемент брекчий характеризуется заметной флюидальностью и буроватой и зеленоватой окраской за счёт обогащения гематитом и хлоритом. В отдельных случаях наблюдаются газовые пустоты (миндалины).

В разных частях тел эксплозивных брекчий (рис. 2) обнаружены обломки (рудокласты) массивных медноколчеданных руд, аналогов руд колчеданных залежей. Рудные обломки сложены тонко-микрозернистой массивной медноколчеданной рудой. Форма обломков округлая, несколько удлинённая, иногда полигональная с притупленными выступами и углами. Размеры рудных обломков изменяются в пределах 6-40 см по длинной оси; наиболее распространены обломки 10-20 см. Контакты обломков чёткие, ровные, без апофиз, подводящих каналов и ореолов пиритизации вокруг них. По размерам и форме рудные обломки соответствуют обломкам пород брекчии. Максимальная частота встречаемости рудных обломков 1-2 на 1 м<sup>2</sup>; обычно это одиночные находки в различных частях тел брекчий и их апофиз (рис. 2). Минеральный состав рудокластов следующий (%): пирит 40-78, кварц 18-45, халькопирит 1-20, гематит 1-3. Гипергенные минералы представлены гидроокислами железа, халькозином, ковеллином, малахитом. Рудные обломки имеют аллотриоморфнозернистую, гипидиоморфнозернистую и метаколлоидную структуры.



Рис. 3. Прогнозный разрез рудной залежи и рудоносных брекчий. Условные обозначения: 1 – массивный колчедан; 2 – пиритизированные метасоматиты; 3 – рудоносные эксплозивные брекчии; 4 – андезиты, андезито-базальты; 5 – андезито-дациты; 6 – пироксеновые базальты; 7 – туфы; 8 – кремнистые туффиты (яимоиды); 9 – плагиограниты; 10 – тектонические нарушения /

Fig. 3. Forecast section of ore deposit and ore-bearing breccias. Legend: 1 – massive pyrite; 2 – pyritized metasomatites; 3 – ore-bearing explosive breccias; 4 – andesites, andesite-basalts; 5 – andesite-dacite; 6 – pyroxene basalts; 7 – tuffs; 8 – siliceous tuffites (jasperoids); 9 – plagiogranites; 10 – tectonic disturbances

Отдельные структурные элементы руд часто срезаются границами обломков. По своим структурным особенностям и составу рудные обломки аналогичны гидротермально-осадочным тонкозернистым сплошным рудам Главной и Промежуточной залежей Худесского месторождения [Рябов и др., 2012; Богуш и др., 2020]. Отличительной особенностью рудокластов является значительное окварцевание и отсутствие тонкодисперсных дисульфидов железа (гель-пирита). Импрегнация кварцем характерна для всего массива эксплозивных брекчий и связана с автометаморфизмом их тел.

## Результаты работы и их обсуждение

Находка обломков сплошных руд Н.С. Скрипченко [1966] при съёмочных работах М 1:10000 позволила определить вмещающие породы в качестве вулканических конглобрекчий, стратифицированных согласно слоистости вулканогенной толщи. Согласно такой позиции, залежи массивных руд размывались, а их обломки (рудные гальки) переносились вместе с обломками вулканитов по латерали, по поверхности тел вулканитов. С учётом осадочных позиций рудоносных брекчий и их пластового наклонного залегания была задана поисковая штольня № 19, которая не дала положительных результатов. Более поздние работы (геологическая съёмка М 1:2000) и дополнительные исследования брекчий И.А. Богушем и Т.Я. Гончаровой [1970] позволили отнести рудоносные брекчии к поствулканическим эксплозивным образованиям. Вертикальные трубообразные эксплозивные тела этих брекчий, пересекая рудные тела залежей медноколчеданных руд, захватывали фрагменты колчеданных залежей и выносили их в верхние горизонты рудного поля (рис. 2, 3). Наличие рудокласт массивных колчеданных руд в секущих продуктивные вулканиты телах эксплозивных брекчий однозначно свидетельствуют о наличии скрытых тел промышленных руд [Бортников, Викентьев, 2004; De Rao, Van Staal, 2003; Large et al., 2001; Scott, 1983]. В связи с важным поисковым критерием, возникает вопрос о возрасте эксплозивных брекчий и связи их с кизилкольским вулканизмом.

Субвертикальные тела эксплозивных брекчий секут уже дислоцированные раннегерцинским тектоногененезом ( $C_2$ ) девонские вулканиты. Этот факт определяет поствулканический характер эксплозивных брекчий. По оси двух сближенных тел брекчий следует дайка лейкократовых плагиогранитов. Налицо единый тектонический контроль брекчий и гранитов. Крупное секущее тело гранитов уже имеется в пределах Худесского рудного поля [Скрипченко, 1966]. Жильные тела и малые интрузии плагиогранитов достаточно часто встречаются в палеозойских толщах Северного Кавказа [Геология СССР, 1968; Колчеданные месторождения..., 1973], возраст их определяется как нижнепермский. Жильные граниты проявляют себя как дериваты платформенных андезито-дацитовых и дацитовых позднегерцинских вулканов нижней перми. Такие тела гранитов присутствуют в девонской полосе соседнего Чучкурского рудного поля. Кислые магматические тела этого рудного поля несут благороднометалльное (Au, Pt, Pd) оруденение и располагаются вертикально [Богуш и др., 2020]. Вышеприведённые факты определяют возраст эксплозивных брекчий как позднегерцинский, а именно раннепермский.

#### Выводы

1. Прямым поисковым признаком скрытого промышленного оруденения в западной, слабо разведанной, части Худесского рудного поля являются выходы рудоносных эксплозивных брекчий, содержащих рудокласт массивных колчеданных руд.

2. Залежи медноколчеданных руд Худесского рудного поля и остальных колчеданных месторождений Северного Кавказа в генетическом плане относятся к гидротермально-осадочным. Как показала мировая практика, эти руды в толщах вулканитов относятся исключительно к стратиформным [Бортников, Викентьев, 2004; Масленников, 2006; Рудные месторождения СССР, 1978; Скрипченко, 1966, 1972; Koski et al., 1985; Large et al., 2001; Solomon et al., 2002; Zierenberg, 1986] и располагаются согласно слоистости вмещающих вулканитов. Как показала разведка Худесского месторождения, Главная и Промежуточная стратиформные колчеданные залежи вытянуты в субширотном направлении согласно простиранию полосы кизилкольской свиты. По этой причине разрезы поисковых буровых скважин при прослеживании и выявлении стратиграфических рудных уровней нужно располагать субмеридионально. В пройденной штольне № 19 следует пройти разведочные квершлаги с учётом секущего вертикального положения поствулканических тел эксплозивных брекчий в северном направлении.

3. Учитывая связь нижнепермского вулканизма с золотоносным Северным разломом Тырныауз-Пшекишской тектонической зоны [Богуш и др., 2020], близость и геологическое единство Чучкурского и Худесского месторождений, следует провести опробование эксплозивных брекчий на комплекс полиметаллов.

### Литература

1. Богуш И.А., Гончарова Т.Я. Эксплозивные брекчии Худесского медноколчеданного месторождения на Северном Кавказе. // Доклады АН СССР. – 1970. – Т. 191. №4. – С. 881-884.

2. 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). – С. 81-95. DOI: 10.23671/VNC.2020.1.59067

3. Бортников Н. С., Викентьев И. В. Современное минералообразование в мировом океане. // Проблемы рудной геологии, петрологии, минералогии и геохимии. – М.: ИГЕМ РАН, 2004. – С. 325-355.

4. Геология СССР. Т. 1Х. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание. – М.: Недра, 1968. – 759 с.

5. Иванкин П.Ф. О происхождении минерализованных брекчий некоторых месторождений колчеданного типа Алтая и Урала. // Доклады АН СССР. – 1962. – № 142 (2). – С. 422-424.

6. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. – М.: Недра. 1973. – С. 7-140.

7. Масленников В.В. Литогенез и колчеданообразование. – Миасс: Ин-т минералогии УРО РАН, 2006. – 384 с.

8. Парада С.Г., Маркин М.Ю., Столяров В.В., Чотчаев Х.О. Сопоставление химикоаналитических и геологических данных по золотоносным интервалам буровых скважин в пределах Зыгыркольской зоны Тырныаузского рудного поля. // Геология и Геофизика Юга России. – 2019. – Т. 9 (2). – С. 56-68. DOI:10.23671/VNC.2019.2.31977.

9. Рудные месторождения СССР. В 3-х томах. / Под ред. акад. В.И. Смирнова. – М.: Недра, 1978. – 399 с.

10. Рябов Г.В., Богуш И.А. Типизация колчеданных месторождений Северного Кавказа. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2012. – № 5. – С. 88-91.

11. Скрипченко Н. С. Вулканогенно-осадочное рудообразование (на примере колчеданных месторождений Северного Кавказа). – М.: Недра, 1966. – 292 с.

12. Скрипченко Н.С. Гидротермально-осадочные сульфидные руды базальтоидных формаций. – М.: Недра, 1972. – 216 с.

13. Скрипченко Н.С., Тамбиев А.С. Вулканиты и рудоносность девонского базальтового пояса Северного Кавказа. // Геология и минерально-сырьевая база Северного Кавказа. Мат. IX Междунар. конф. – Ессентуки. – 2000. – С. 613-628.

14. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. – 669 с.

15. Яковлев Г.Ф., Зарайский Г.П., Бородаев Ю.С., Гончарова Т.Я. Эксплозивные брекчии на медноколчеданных месторождениях Блявинского рудного поля Южного Урала. // Геология рудных месторождений. – 1965. – № 6. – С. 12-21.

16. De Rao J.A., Van Staal C.R. Sulfide remobilization and sulfide breccias in the Heath Steele and Braunswick deposits Baturst Mining Camp Nev. // Econ. geol. Monograph: Massive sulfide deposits of the Baturst Mining Camp New Braunswick and Nothern Main. / Eds. Coodfellov W.D. VcCutcheonahd Peter J.M. – 2003. – Vol. 11. – pp. 479-496.

17. Koski R.A., Lonsdale P.F., Shanks W.C., Berndt M.E., Howe S.S. Mineralogy and geochemistry of a sedimenthosted hydrothermal sulfide deposit from the Southern Ttrough of Guaymas Basin, Gulf of California. // J. Geophys. Res. – 1985. – B90. No. 8. – pp. 6695-6707.

18. Large R. R., McPhie J., Gemmell J. B. et al. The spectrum of ore deposits types, volcanic environments, alteration halos and related exploration vectors in submarine volcanic successions some examples from Australia. // Econ. geol. – 2001. – Vol. 96. No. 5. – pp. 913-938.

19. Solomon M., Tornos F., Casper O. S. Es for many of the unusual features of the massive sulfide deposits of Iberian pyrite belt. // Geolody. -2002. -No. 1. - pp. 87-90.

20. Scott S. D. Basalt and sedimentary hosted seafloor polymetallic sulfide deposits and their ancient analogues. // Proc. OSEANS` 83, San Francisco, 29 Aug.–1 Sept., 1983. New York. – 1983. – Vol. 2. – pp. 818-824.

21. Zierenberg R. The formation of massive sulfide at 21°N, East Pacifik Rise. // J. Geochem. Explor. – 1986. – Vol. 25. No. 1-2. – 250 p.

### References

1. Bogush I.A., Goncharova T. Ya. Explosive breccias of the Khudessky copper-pyrite deposit in the North Caucasus. Reports of the USSR Academy of Sciences, 1970. Vol. 191. No. 4. pp. 881-884. (In Russ.)

2. Bogush I.A., Ryabov G.V. Cherkashin V.I. Genesis and ore-bearins structures of the Chuchukur noble metals deposit of the North Caucasus. Geology and Geophysics of Russian South. 2020. Vol. 10. No. 1. pp. 81-95. (In Russ.)

3. Bortnikov N. S., Vikentiev I. V. Modern mineral formation in the oceans. Problems of ore geology, petrology, mineralogy and geochemistry. Moscow. IGEM RAN, 2004. pp. 325-355. (In Russ.)

4. Geology of the USSR. Vol. IX. North Caucasus. Part 1. Geological description. Moscow. Nedra, 1968. 759 p. (In Russ.)

5. Ivankin P.F. On the origin of mineralized breccias of some pyrite-type deposits in Altai and the Urals. Doklady of the USSR Academy of Sciences, 1962. Vol. 142. No. 2. pp. 422-424. (In Russ.)

6. Pyrite deposits of the Greater Caucasus. Moscow. Nedra, 1973. pp. 7-140. (In Russ.)

7. Maslennikov V. V. Lithogenesis and pyrite formation. Miass, Institute of Mineralogy, Ural Branch of the RAS, 2006. 384 p. (In Russ.)

8. Parada S.G., Markin M.Yu., Stolyarov V.V., Chotchaev Kh.O. Comparison of the chemical-analytical and geological Data on gold-bearing intervals of boreholes in limits of the Zygyrkol zone of Tyrnyauz ore field. Geology of the South of Russia. 2019. Vol. 9 (2). pp. 56-68. DOI:10.23671/VNC.2019.2.31977 (in Russ.)

9. Ore deposits of the USSR. Smirnov V.I. (ed.). Moscow. Nedra, 1978. 399 p. (In Russ.)

10. Ryabov G. V., Bogush I.A. Typification of pyrite deposits in the North Caucasus. Izvestiya vuzov. North Caucasian region. Technical sciences, 2012. No. 5. pp. 88-91. (In Russ.)

11. Skripchenko N. S. Volcanic-sedimentary ore formation (on the example of pyrite deposits of the North Caucasus). Moscow. Nedra, 1966. 292 p. (In Russ.)

12. Skripchenko N.S. Hydrothermal-sedimentary sulfide ores of basaltoid formations. Moscow. Nedra, 1972. 216 p. (In Russ.)

13. Skripchenko N. S., Tambiev A. S. Volcanics and ore content of the Devonian basalt belt of the North Caucasus. In: Proceedings of IX Int. conf. Geology and Mineral Resources of the North Caucasus. Essentuki, 2000. pp. 613-628. (In Russ.)

14. Smirnov V.I. Mineral geology. Moscow. Nedra. 4th ed. 1982. 669 p. (In Russ.)

15. Yakovlev G.F., Zaraiskii G.P., Borodaev Yu.S., Goncharova T.Ya. Explosive breccias at copper-pyrite deposits of the Blyavinsk ore field in the South Urals. Geology of ore deposits, 1965. No. 6. pp. 12-21. (In Russ.)

16. De Rao J.A., Van Staal C.R. Sulfide remobilization and sulfide breccias in the Heath Steele and Braunswick deposits Baturst Mining Camp Nev. Econ. geol. Monograph: Massive sulfide deposits of the Baturst Mining Camp New Braunswick and Nothern Main. Eds. Coodfello v W.D. VcCutcheonahd Peter J. M. 2003. Vol. 11. pp. 479-496.

17. Koski R.A., Lonsdale P.F., Shanks W.C., Berndt M.E., Howe S.S. Mineralogy and geochemistry of a sedimenthosted hydrothermal sulfide deposit from the Southern Ttrough of Guaymas Basin, Gulf of California. J. Geophys. Res. 1985. B90. No. 8. pp. 6695-6707.

18. Large R. R., McPhie J., Gemmell J. B. et al. The spectrum of ore deposits types, volcanic environments, alteration halos and related exploration vectors in submarine volcanic successions some examples from Australia. Econ. geol. 2001. Vol. 96. No. 5. pp. 913-938.

19. Solomon M., Tornos F., Casper O.S. Es for many of the unusual features of the massive sulfide deposits of Iberian pyrite belt. Geolody. 2002. No. 1. pp. 87-90.

20. Scott S. D. Basalt and sedimentary hosted seafloor polymetallic sulfide deposits and their ancient analogues. In: Proc. OSEANS' 83, San Francisco, 29 Aug.–1 Sept., 1983. New York. 1983. Vol. 2. pp. 818-824.

21. Zierenberg R. The formation of massive sulfide at 21° N, East Pacifik Rise. J. Geochem. Explor. 1986. Vol. 25. No. 1-2. 250 p.