

Геолого-генетические особенности Ороекского рудопоявления медистых сланцев (Приколымский террейн, Северо-Восток России)

А.Н.ГЛУХОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А.Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук (СВКНИИ ДВО РАН); 685000, г. Магадан, ул. Портовая, 16)
Е.Э.ТЮКОВА (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный геоинформационный центр Российской академии наук (НГИЦ РАН); 119019, г. Москва, ул. Новый Арбат, 11)

Изучено медное рудопоявление Ороек, вмещаемое рифейскими сланцами Приколымского террейна. Детально охарактеризованы геологическое строение рудоносной толщи и геохимическая зональность в пределах разреза, минералогия руд. Установлен широкий спектр минералов меди. Рудопоявление Ороек отнесено к типу медистых сланцев, для которого характерны трансгрессивный тип рудовмещающего разреза, морские либо субмаринные условия осадконакопления, расположение красноцветных отложений в основании меденосных зон, наличие горизонтов, обогащённых органическим углеродом и являющихся восстановителем для рассолов с высокой концентрацией меди.

Ключевые слова: медистые сланцы, Приколымский террейн, трансгрессивный, разрез, зональность.

Глухов Антон Николаевич
кандидат геолого-минералогических наук



gluhov76@list.ru

Тюкова Евгения Эрастовна
кандидат геолого-минералогических наук

evgtyuk@mail.ru

Geology and geochemistry of Oroyok sediment-hosted copper occurrence (Kolyma terrane, northeastern Russia)

A.N.GLUKHOV (North-East Interdisciplinary Science and Research Institute Far East Branch Russian Academy of Sciences (NEISRI FEB RAS))
E.E.TYUKOVA (Geoinformation Research Centre Russian Academy of Sciences (NGIC RAS))

Oroyok copper occurrence hosted by Riphean shists. Detail described geology and geochemical zonation of ore-bearing sequence, showed mineralogy of ore zones. Detected broad range of copper minerals. The Oroyok occurrence placed to group of sediment-hosted copper mineralization, specific features of that is transgressive type of hosted rock sequence, submarine conditions of sedimentation, localization of red beds near foot of ore zones, organic-rich horizons, favored for reducing of the metalliferous brines.

Key words: sediment-hosted mineralization, Kolyma terrane, transgressive, sequence, zonation.

Среди геолого-генетических и промышленных типов месторождений меди выделяются месторождения медистых песчаников и сланцев (МПС). В минерально-сырьевой базе меди они играют значительную роль, уступая только месторождениям медно-порфириновых руд. По данным Д. Сингера, в МПС сосредоточены

23% всех мировых запасов меди [39]. Месторождения медистых песчаников и сланцев являются также важным источником кобальта и меди. К меденосным поясам, вмещающим наиболее крупные месторождения МПС, относятся Центрально-Африканский (месторождения Мусоши, Муфулира, Фунгуруме), Кодаро-

Удоканский (Удокан), Мансфельд (Зангерхаузен, Шпремберг, Любин-Серошовице), Кенгирский (Джезказган).

Согласно современным представлениям [15, 34, 35, 38], МПС являются продуктом флюидных систем, прогрессивно развивающихся в пределах внутриконтинентальных рифтогенных осадочных бассейнов [27] на значительном по протяжённости этапе их развития – от катагенеза и до сининверсионного метаморфизма [38]. Источником металлов в основном являются красноцветные отложения, в меньшей степени – мафические породы фундамента бассейнов и дайки, а транспортирующих рассолов и серы – эвапориты в разрезе осадочного бассейна. Чёрные сланцы играют при рудообразовании роль восстановительного геохимического барьера. Рудные тела представлены стратойдными залежами, характеризующимися отчётливой зональностью (от центра к периферии): гематит→халькозин→борнит→халькопирит→сфалерит. Типовой геохимический спектр Cu-Ag-Zn-Co- (V, Pt, U). Следует учесть, что, вопреки всё ещё бытующим среди отечественных исследователей представлениям о сингенетичности МПС [4, 5, 16, 21, 24], в настоящее время накоплено достаточно большое количество изотопных определений, которые показывают, что возраст руд и рудовмещающих осадков может различаться на сотни миллионов лет [37, 41].

На Северо-Востоке Азии месторождения МПС известны среди протерозойских комплексов Приколымского террейна и Билякчанской зоны Северо-Азиатского кратона [13, 31, 32]. На Приколымье медесодержащие сланцы были выявлены в обрывах р. Колыма близ устья руч. Орок. Ещё в середине 1930-х годов. Рудопроявление, получившее название Орокское, изучалось И. Г. Волкодавом и А. В. Коробицыным (1979), Л. А. и В. И. Шпикерманами [32], А. Н. Глуховым и А. Г. Колесниковым (2008), С. А. Шубиным (2016). Позднее, при геологической съёмке масштаба 1:50 000 и тематических работах С. И. Цыкаревым (1987), П. И. Самохваловым (1992) и В. И. Шпикерманом [30] в центральной и южной частях Приколымского поднятия были выявлены близкие по геологическому строению рудопроявления Зеленый Пласт, Лучистое, Оссалинское и Табакчан (рис. 1).

В данной статье на основании фактического материала, собранного авторами при изучении объекта в 2007–2008 гг., рассмотрены геологическое строение и геохимия рудопроявления.

Фактический материал и методика работ. Отобраны и проанализированы методом ICP-OES 35 точечных и 37 пунктирно-бороздовых штуфных проб. Штуфные пробы изучались методом оптической спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES) на 40 элементов с растворением навески в царской водке. Анализы выполнялись в лаборатории ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей» (г. Москва). Кларки концентрации

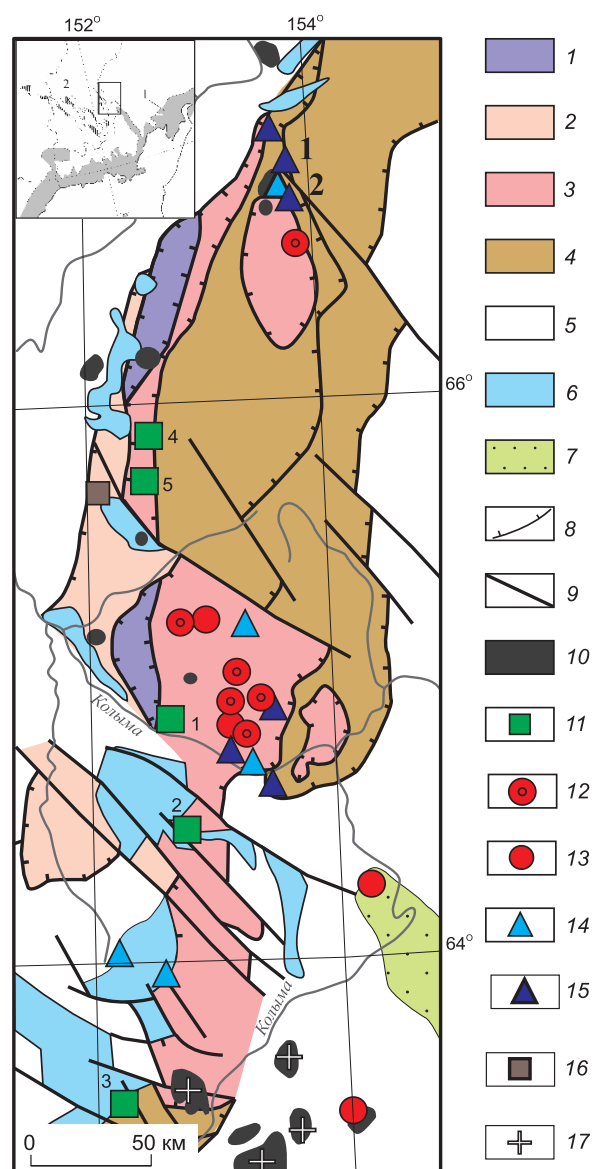


Рис. 1. Тектоно-минерагеническая схема Приколымского террейна и смежных структур. По [7], с изменениями:

1–3 – Приколымский террейн: 1 – дорифейские кристаллические сланцы и гипербазиты, 2 – рифейские комплексы Спиридоновского субтеррейна, 3 – рифейско-вендские комплексы Шаманихинского субтеррейна; 4 – палеозойские комплексы Ярхондонского субтеррейна; 5 – прочие террейны Яно-Колымского орогенного пояса; 6 – Уяндино-Ясачненский вулканогенный пояс; 7 – Балыгычано-Сугойский рифтогенный прогиб; 8 – надвиги; 9 – крутопадающие разломы; 10 – позднепалеозойские и мезозойские гранитоиды; 11–17 – месторождения и рудопроявления различных геолого-генетических типов: 11 – медистые сланцы, 12 – золото-редкометалльные, 13 – эпитермальные золото-серебряные, 14 – медно-порфировые, 15 – стратиформные Pb-Zn типа MVT, 16 – стратиформные Fe, 17 – жильные и штокверковые Sn; номера на схеме соответствуют объектам, упоминаемым в тексте: 1 – Орок, 2 – Лучистое, 3 – Зеленый Пласт, 4 – Оссалинское, 5 – Табакчан; на врезке: 1 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, 2 – Уяндино-Ясачненский вулканогенный пояс

рассчитывались путём нормирования на средние содержания элементов в соответствующей горной породе верхней части континентальной коры, рассчитанные Н. А. Григорьевым [12]. По полученным значениям кларков концентрации строились геохимические спектры. Для выявления геохимических ассоциаций производились факторный (методом главных компонент) и корреляционный анализы. Минералогия руд изучалась оптическим способом на микроскопе «Аxioplan Imagin».

Геологическое строение объекта. Приколымское поднятие (по современной терминологии, Приколымский террейн – ПТ) сложен главным образом докембрийскими и палеозойскими комплексами (см. рис. 1). Они группируются в четыре структурных яруса: довендский, венд-палеозойский, мезозойский и кайнозойский. По соотношению ярусов ПТ подразделён на три субтеррейна (с запада на восток): Спиридоновский, Шаманихинский и Ярходонский [29]. Из них Спиридоновский и Шаманихинский сложены преимущественно комплексами довендского яруса с незначительным участием долей палеозойских, мезозойских и кайнозойских комплексов, а Ярходонский – исключительно позднепалеозойскими и кайнозойскими. Наиболее древними породами являются амфиболиты, плагиогнейсы, метабазиты и перидотиты с Pb-Pb возрастом 2,06–2,36 млрд. лет, с ними ассоциируют гнейсо-граниты с Pb-Pb возрастом 1,70–1,90 млрд. лет [3] и вулканы контрастного риолит-базальтового состава с U-Pb возрастом 1710±21 млн. лет [28]. Комплексы верхнего протерозоя сложены песчаниками, филлитами, карбонатными породами. Они несогласно перекрыты терригенными, вулканогенно-осадочными и карбонатными породами палеозоя–мезозоя. Интрузивные комплексы представлены мелкими телами девонских и меловых гранитоидов, а также дайками позднемеловых базитов. Геологическое развитие Приколымья начиная с рифея происходило в обстановке пассивной континентальной окраины Северо-Азиатского кратона (САК) [25], которая осложнялась циклично проявленными рифтогенными процессами, а также изредка – субдукционными и аккреционно-коллизийными [8]. Вещественные комплексы ПТ вмещают минерализацию разного состава. Наиболее многочисленны и изучены месторождения и рудопроявления золото-редкометалльной формации; они сопровождаются россыпями золота [9]. Широко распространена также медно-порфировая минерализация, ассоциирующая с магматическими комплексами Уяндино-Ясачненского вулканогенного пояса [10]. На восточном фланге ПТ карбонатные толщи рифея и палеозоя вмещают стратиформную свинцово-цинковую минерализацию типа MVT [11]. В центральной и южной частях Приколымья среди рифейских метapelитов известны проявления стратиформных гематитовых руд [30].

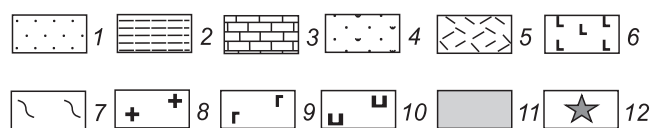
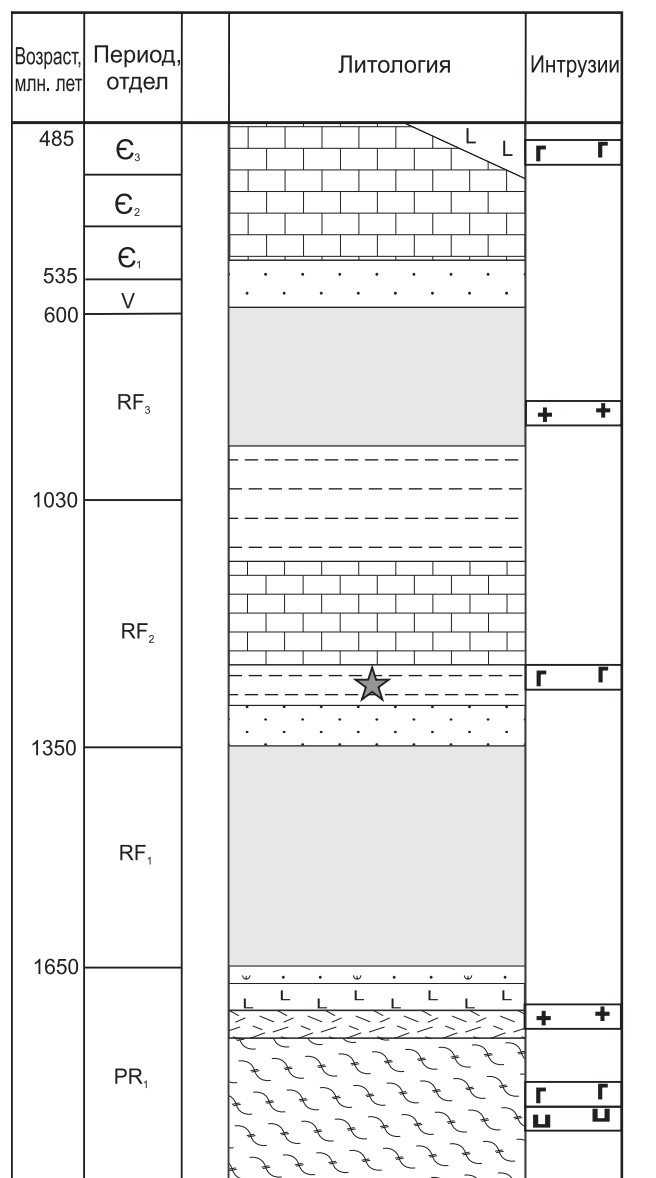


Рис. 2. Тектоно-стратиграфическая колонка докембрия Приколымского террейна:

1 – песчаники; 2 – сланцы; 3 – карбонатные породы; 4 – вулканомиктовые отложения; 5 – риолиты; 6 – базальты; 7 – кристаллические сланцы; 8 – гранитоиды; 9 – габброиды; 10 – гипербазиты; 11 – стратиграфические перерывы; 12 – медистые песчаники Ороекской зоны

Результаты. К настоящему времени среди протерозойских толщ ПТ известны пять рудопроявлений и более двух десятков пунктов минерализации МПС, объединённых В. И. Шпикерманом в Ороекскую металлогеническую зону [30]. Все они приурочены к ороекской свите, слагающей основание рифейского терригенно-карбонатного комплекса Шаманихинского субтеррейна (рис. 2). В нижней части свита представлена кварцитами с подчинённым количеством филлитов, в верхней – хлоритовыми, хлорит-серицитовыми, графит-хлорит-серицитовыми, хлоритоидными сланцами с прослоями кварцитов, песчаников, алевролитов. Химический состав хлоритоидных сланцев соответствует полимиктовым алевролитам и песчаникам [31]. Абсолютный возраст цирконов из кварцитов ороекской свиты, определённый U-Pb методом по цирконам, составил 2340 млн. лет (А. И. Аверченко, 1991), что может свидетельствовать о формировании осадков свиты за счёт размыва нижнепротерозойских образований. Сланцы прорываются дайками и силлами метабазитов толеитового состава, образуя ассоциацию ранней рифтовой стадии развития пассивной континентальной окраины. Выше по разрезу расположена чебукулахская серия, включающая известняки, доломиты, глинистые сланцы, мрамора, филлиты. Венчает разрез юкагирская серия, сложенная хлорит-серицитовыми и графит-хлорит-серицитовыми сланцами с прослоями кварцитов и глинистых сланцев.

В геологическом строении Ороекского рудопоявления принимают участие кварциты и сланцы ороекской свиты среднего рифея (рис. 3), прорванные редкими дайками базитов. Нижняя подсвита представляет собой монотонную толщу кварцитов с редкими маломощными (до 50 м) горизонтами филлитов в верхней части разреза. Характерны светлые тона окраски квар-

цитов: светло-серый, светло-кремовый, светло-розовый. Содержания SiO_2 в кварцитах составляют 95–98%. Таким образом, отличительной чертой кварцитов нижнеороекской подсвиты является их практически монокварцевый состав. Мощность подсвиты около 1000 м. Существенно иной состав имеет разрез рудонесной верхнеороекской подсвиты. В нём доминируют различные разновидности метapelитов: серицит-хлоритовые, кварц-серицит-хлоритовые, хлоритоидные сланцы и филлиты, часто графитсодержащие. Изредка встречаются прослои мраморов; роль кварцитов незначительна.

Геологическое строение рудонесного разреза дискуссионно. В. А. Шишкин [29] интерпретировал его как моноклинально залегающую толщу мощностью 600–700 м, согласно лежащую на подстилающих кварцитах. По мнению В. И. и Л. И. Шпикерманов [32], породы слагают асимметричную синклираль с крутым падением западного крыла и более пологим – восточного.

В составе рудонесной верхнеороекской подсвиты авторы статьи выделили семь петрографически однородных пачек (см. рис. 3 и табл. 1). Они соответствуют различным фаціальным типам осадочных отложений [23]: лагунные красноцветные алевропелиты (пачка 1), лагунные сероцветные алевропелиты, обогащённые органическим веществом и пиритом (пачка 2), баровые песчаники существенно мономиктового кварцевого состава (пачка 3), лагунные красноцветы (пачка 4), полимиктовые алевропесчаники забаровой фации (пачка 5), лагунные сероцветные алевропелиты с органическим веществом и пиритом (пачка 6) и красноцветные алевропелиты (пачка 7). Общая мощность видимой части разреза 700 м. В результате метаморфизма породы превращены в сланцы, состоящие

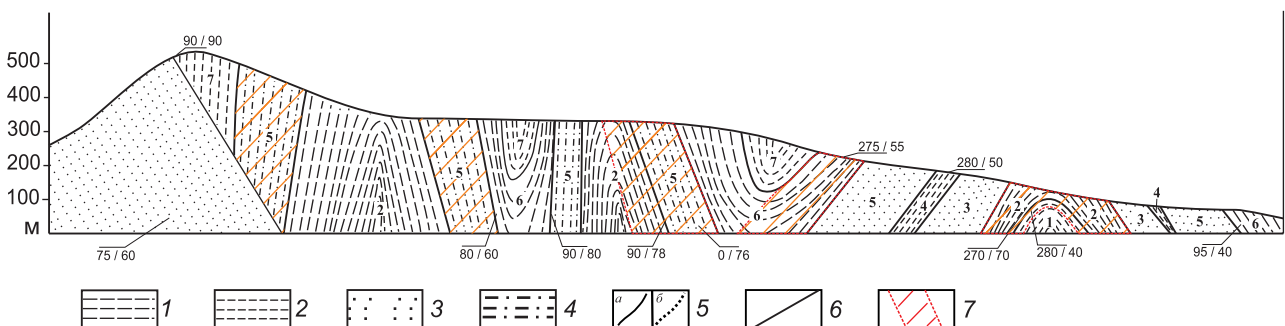


Рис. 3. Геологическое строение рудопоявления Ороек. Схематический разрез вдоль правого берега р. Колыма [7]:

1 – хлоритовые, хлорит-серицитовые сланцы и алевролиты красно- и пёстроцветные; 2 – хлоритовые, хлорит-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые, графит-серицит-хлоритовые сланцы сероцветные; 3 – кварциты; 4 – хлоритоидные, кварц-хлоритоидные сланцы, субаркозовые песчаники; 5 – геологические границы: а – установленные, б – предполагаемые; 6 – разрывные нарушения; 7 – минерализованные горизонты; цифры на рисунке – номера литологических пачек (см. текст)

1. Стрoение рудомещающей верхнеороекской подсвиты и её геохимическая зональность по разрезу

Пачка	Состав	Мощность, м	Значения геохимических индикаторов			
			Ag, г/т	Li, г/т	Mg, г/т	Cu/(Pb+Zn)
1 (7)	Хлоритовые сланцы, алевролиты (70)	70	$\frac{2,9}{1,4-9,5}$	$\frac{33,7}{7,4-52,0}$	$\frac{1,8}{0,3-2,8}$	$\frac{40,4}{5,9-146,5}$
2 (13)	Графит-хлорит-серицитовые (с пиритом) сланцы тонкоплитчатые	130	$\frac{1,5}{0,3-3,6}$	$\frac{33,4}{11,3-25,4}$	$\frac{1,5}{0,4-1,5}$	$\frac{21,9}{0,7-55,4}$
3 (2)	Кварциты кремовые с прослоями песчаников, кварц-слюдистых сланцев и мраморов	140	$\frac{1,2}{0,3-2,1}$	$\frac{25,5}{2,7-48,2}$	$\frac{1,3}{0,1-2,5}$	$\frac{53,5}{48,8-58,1}$
4	Песчаники тонкослоистые	80	–	–	–	–
5 (12)	Кварц-хлоритоидные сланцы, полимиктовые песчаники с прослоями кварцитов и тонкоплитчатых алевролитов	120	$\frac{1,0}{0,3-4,4}$	$\frac{17,5}{4,5-71,5}$	$\frac{1,1}{0,3-4,3}$	$\frac{15,6}{3,4-170,2}$
6	Графит-хлорит-серицитовые (с пиритом) сланцы	100	–	–	–	–
7 (1)	Кварц-хлорит-серицитовые сланцы, алевролиты	60	$\frac{0,3}{}$	$\frac{10}{}$	$\frac{1,00}{}$	$\frac{1,1}{}$

Примечание. В скобках – число анализов; числитель – среднее геометрическое и знаменатель – интервал значений соответствующего параметра; прочерк – отсутствие данных.

преимущественно из кварца, хлоритоида, хлорита, серицита, эпидота. Химический состав сланцев соответствует полимиктовым алевролитам и песчаникам [30]. Геохимическая специфика отложений ороекской свиты (см. табл. 1) проявляется в накоплении, помимо Cu, также Zn, Co и Mn, что может отражать как влияние базитовых интрузий, так и наличие офиолитов в составе нижнепротерозойского метаморфического комплекса, послужившего источником терригенного материала. Литолого-геохимические критерии, а именно снижение вверх по разрезу грубозернистости осадков и концентраций магния и лития (табл. 2), позволяют отнести разрез к трансгрессивному типу [23]. Первоначальная доля красноцветных отложений в составе верхнеороекской подсвиты, по-видимому, была большей, но снизилась в результате восстановительных реакций на стадии раннего диагенеза [14] и при метаморфизме.

Породы смяты в серию сжатых складок субмеридионального простирания, шириной 300–700 м. Медная минерализация расположена на двух уровнях разре-

за верхнеороекской подсвиты и приурочена к границам пачек, сложенных серыми пиритизированными графитсодержащими сланцами с одной стороны и пестроокрашенными кварц-хлорит-серицитовыми и хлоритоидными сланцами с другой. Минерализованные залежи прослеживаются по простиранию более чем на 4,5 км. В коренном залегании в береговых обрывах она представлена главным образом налётами малахита на плоскостях сланцеватости и реже по трещинам в сланцах. Наиболее интенсивная минерализация наблюдается в прослоях полимиктовых песчаников и образованных по ним кварц-хлоритоидных сланцев, мощностью около 50 м. Сланцы вмещают многочисленные согласные прожилки и жилы мощностью до 1 м, сложенные белым средне- и крупнозернистым метаморфогенным кварцем с многочисленными ксенолитами сланцев. В пределах меденосных интервалов такие жилы и прожилки содержат медную минерализацию. Это вполне объяснимо – учитывая различную компетентность пластичных сланцев и хрупкого кварца, последние явились

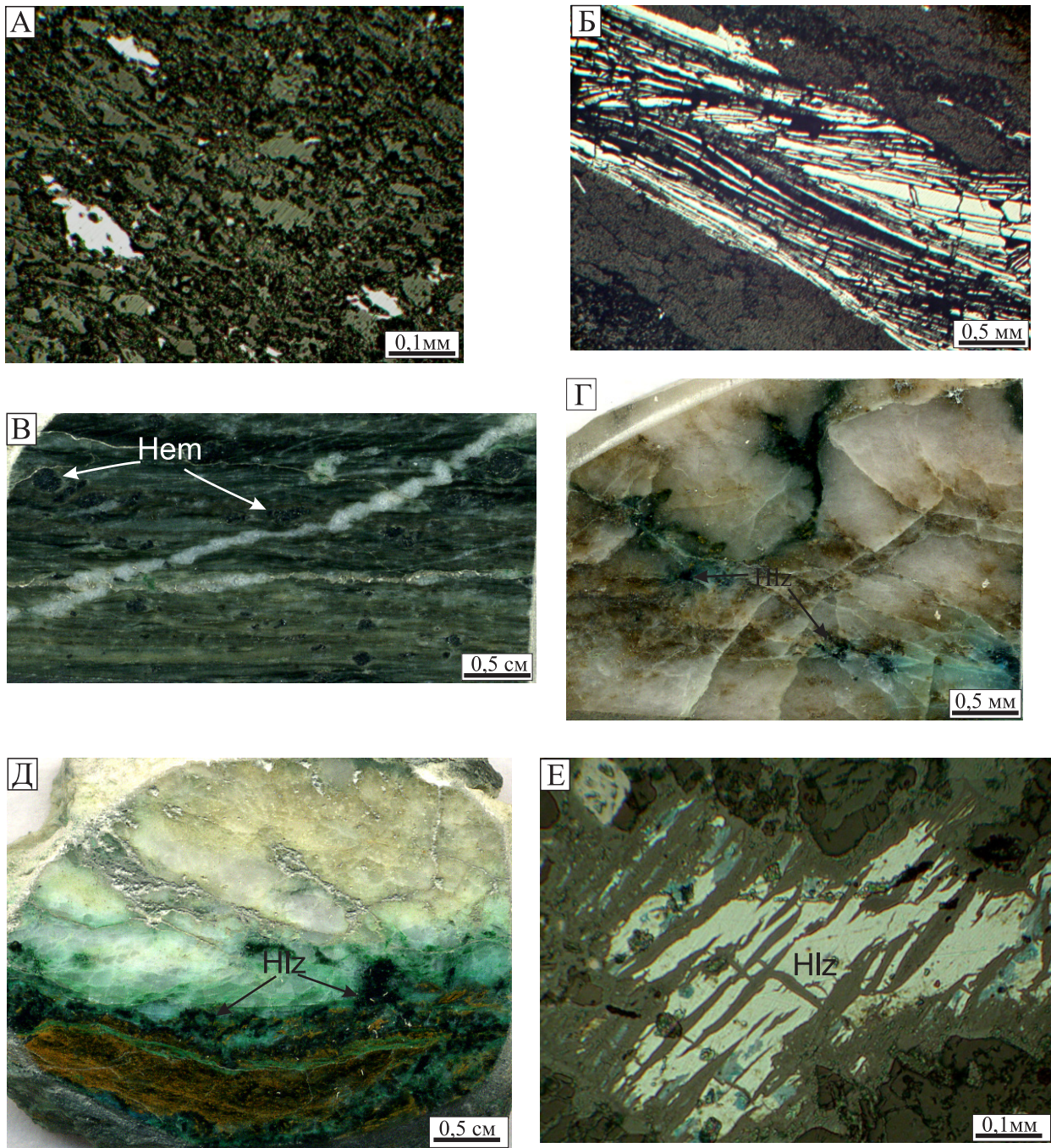


Рис. 4. Минералогия Ороекского рудопроявления:

А – ориентированная вкрапленность гематита в сланце; Б – пластинчатое строение агрегатов гематита; В – выделения гематита по сланцеватости; Г – кварцевый прожилок с халькозином; Д – выделения халькозина на контакте кварцевой линзы с вмещающим сланцем; Е – реликты халькозина, замещаемого ковеллином и малахитом

2. Распределение рудогенных элементов рифейских и вендских отложений ПТ

Элемент	Параметр	Кварциты, ороекская свита, RF ₂ (n=34)	Сланцы, ороекская свита, RF ₂ (n=35)	Медистые сланцы, ороекская свита, RF ₂ (n=29)	Сланцы, юкагирская серия, RF ₃ (n=34)	Песчаники, сяпякинская свита, V (n=205)
Cu	C _{геом}	12,80	19,70	39069,00	2,80	2,90
	C _{макс}	182,00	59,00	>20000	34,00	16,60
	КК	0,25	0,38	75,13	0,10	0,10
Pb	C _{геом}	1,50	6,60	7,30	2,90	1,30
	C _{макс}	299,00	41,50	443,20	18,10	19,60
	КК	0,07	0,33	0,37	0,10	0,10
Zn	C _{геом}	11,10	63,80	125,00	23,80	0,80
	C _{макс}	735,60	339,00	342,10	99,10	9,30
	КК	0,09	0,53	1,04	0,20	0,00
Co	C _{геом}	8,60	37,60	33,90	12,80	0,60
	C _{макс}	45,50	104,90	113,20	50,10	5,50
	КК	0,45	1,98	1,79	0,70	0,00
Ni	C _{геом}	8,80	47,90	52,90	14,90	1,90
	C _{макс}	56,00	81,90	162,60	85,60	5,20
	КК	0,07	0,40	0,44	0,10	0,00
Mn	C _{геом}	786,00	734,00	1305,70	309,30	13,10
	C _{макс}	0,70	251,00	2789,50	1874,90	65,50
	КК	1,06	0,99	1,76	0,40	0,00

Примечание. Содержание (в г/т): C_{геом} – среднее геометрическое, C_{макс} – максимальное; КК – кларк концентрации; n – число анализов.

своеобразным «коллектором» для гипергенных минералов меди. В аншлифах рудные минералы представлены гематитом, халькозином, ковеллином и рутилом (см. рисунки 4 и 5); ранее здесь также были описаны халькопирит, ковеллин, борнит, дигенит, джарлеит, самородное золото [32]. По результатам микрозондовых анализов соотношение меди и серы (Cu/S) в сульфидах колеблется от 1,17 до 1,84, то есть состав минеральных фаз не стехиометрический, что можно объяснить высокой окисленностью руд с выносом меди. Подтверждением этому могут служить натёчки медной зелени, наблюдающиеся в подстилающих сланцы кварцитах.

По результатам пунктирно-бороздowego опробования выделяются интервалы мощностью до 10 м с содержаниями меди 0,13–3,24%. Наблюдаются также повышенные концентрации серебра, цинка, свинца, кобальта (табл. 3), а также золота (до 0,17 г/т). Соотношение содержаний меди, цинка и свинца в разрезе подчиняется стандартной для медистых песчаников [18, 21] зональности (снизу вверх): Cu+Ag→Zn→Pb

(см. табл. 1). Геохимический спектр минерализации (в скобках кларк концентрации): Cu (67)-Ag (15)-Mn (2)-Co (2). Корреляционным анализом в них выявлены две геохимические ассоциации: 1) Cu-Ag-S, 2) Zn-Mo-Co-Ni-Cr-V.

Близкое геологическое строение имеют и другие проявления МПС Ороекской зоны [32], (П. А. Самохвалов, 1995).

В заключение следует отметить, что с позиций современных литогеодиники [1, 2] и седиментологии [21] ПТ предстаёт как совокупность осадочных палеобассейнов, сменяющих друг друга во времени начиная с раннего рифея, в которых происходила концентрация как рудного вещества, так и углеводородов. Рифейский и венд-кембрийский осадочные бассейны ПТ принадлежат выделенному В.И. Шульдинером [33] «Протоверхоянскому прогибу» – обширному внутрикратонному бассейну, разделявшему собственно САК и кратонные блоки (Омолонский и Охотский террейны) к северо-востоку от него [36]. Суммарная площадь выходов отложений рифейского терригенно-

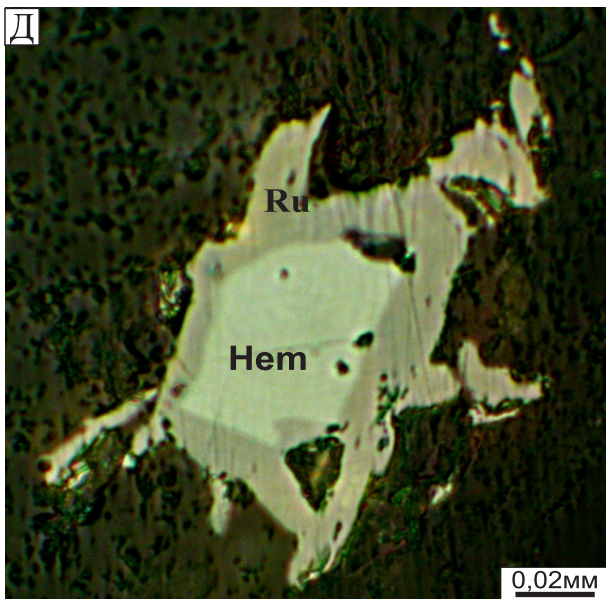
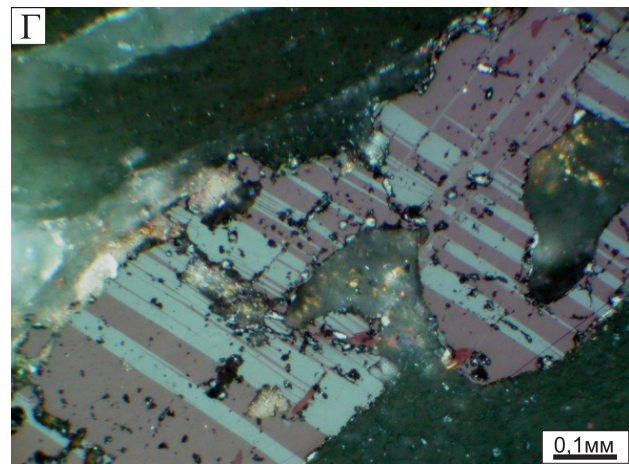
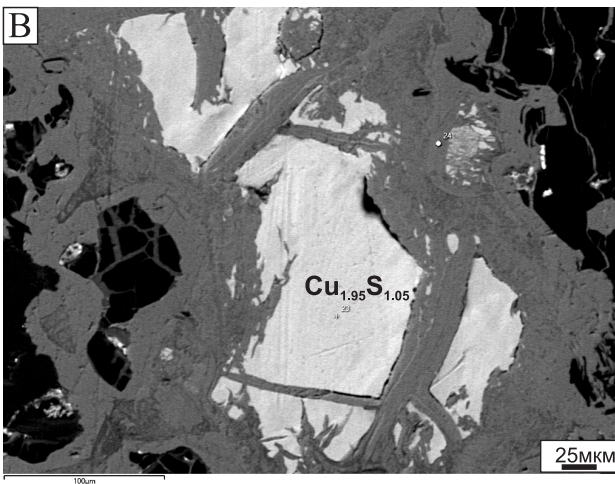
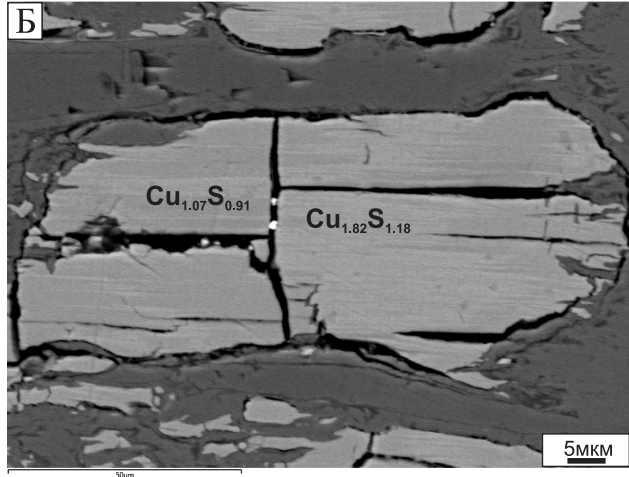
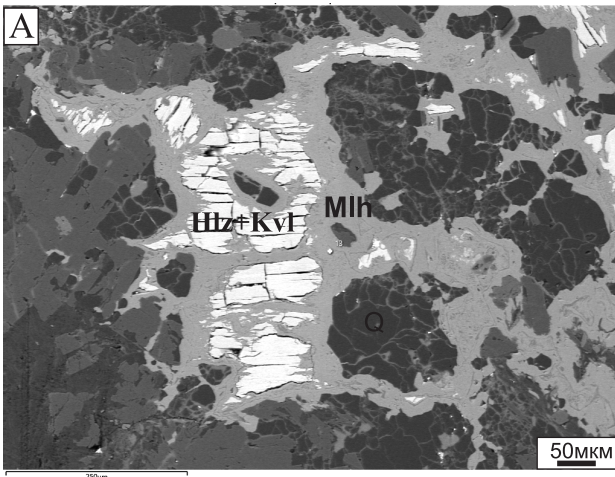


Рис. 5. Микростроение и состав рудной вкрапленности:

А – интерстициальный агрегат халькозин+ковеллин, замещаемый малахитом; Б – фрагмент «А» с псевдодвойниковой структурой, обусловленной чередованием халькозина и его окисленной части; В – вкрапленность халькозина, замещающая карбонатами меди; Г – гематит с двойниковой структурой; Д – гематит в «рубашке» из кристаллов рутила (Б и В анализы выполнены JSM-5610LV с ЭДС JED-2300, аналитик Н.В.Трубкин, ИГЕМ РАН)

3. Результаты анализов методом ICP-OES медистых сланцев Орокского рудопроявления

№ пробы	Состав пробы	Координаты		Ag	Ba	Co	Cr	Cu	Fe
		X	Y						
1065	Кварц-хлоритоидный сланец с линзами кварца и медной зеленью	480554	7189494	4,4	29	28	92	5328	7,41
1066	Песчаник с медной зеленью	480883	7189190	1,8	137	18	45	3683	4,26
051-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481109	7190214	1,5	41	28	45	4045	2,93
051-1	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481110	7190213	0,9	42	31	49	13 840	2,98
1067	Песчаник с линзами кварца и медной зеленью	481197	7189370	4,4	18	42	102	6378	9,29
055-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481333	7189411	2,5	3	113	40	3146	4,52
1080	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481396	7189469	<0,5	109	13	65	1108	8,09
1068	Песчаник с малахитом и брошантитом	481406	7189440	0,6	30	89	46	4667	5,39
1070	Песчаник с малахитом	481718	7189482	2,2	25	43	45	7610	3,90
1069	Песчаник с малахитом и брошантитом	481725	7189478	1,0	9	103	61	3686	4,53
1072	Песчаник с малахитом	481741	7189488	3,6	362	28	70	8913	6,11
1076	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481746	7189459	0,7	119	22	58	2068	7,40
1077	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481749	7189459	<0,5	116	15	58	186	7,42
1078	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481752	7189459	0,9	45	86	82	1572	2,72
1084	Графит-серицитовый сланец малахитом и азуритом	481876	7189476	1,5	66	71	123	4555	>10,00
1059-1	Хлоритовый сланец	482016	7190661	1,1	47	45	70	663	>10,00
1059	Хлоритовый сланец пестроцветный	482047	7190673	<0,5	49	41	76	86	>10,00
041-1	Кварцит с медной зеленью	482744	7189695	<0,5	13	3	92	669	0,60
042-2	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482751	7189722	2,1	564	39	57	6886	6,91
1052	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	482760	7189708	1,2	54	33	54	2610	4,58
065-3	Кварцевая жила с медной зеленью	482788	7189690	2,1	138	34	65	4799	4,76
065-5	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482795	7189685	0,7	130	41	87	1519	6,08
065-11	Кварцевая жила с медной зеленью	482798	7189711	5,8	38	27	113	15 960	3,94
065-6	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482799	7189684	1,2	76	43	137	1045	5,30
065-8	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482806	7189687	2,6	23	56	121	5994	5,82
065-9	Кварцевая жила с медной зеленью	482809	7189684	1,8	80	8	15	5642	0,94
065-14	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482831	7189696	1,7	75	31	82	4040	6,16
065-16	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482853	7189724	9,5	266	38	58	31 900	5,38
042-3	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482853	7189759	<0,5	25	5	81	1076	0,92
042-4	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482859	7189757	1,9	189	43	68	4746	7,48
065-17	Хлоритовый сланец с кварцевыми прожилками	482866	7189717	5,2	187	40	64	12930	6,82
1053	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	483081	7189732	2,4	110	33	56	6013	6,00

№ пробы	Состав пробы	Координаты		Mn	Ni	Pb	S	V	Zn
		X	Y						
1065	Кварц-хлоритоидный сланец с линзами кварца и медной зеленью	480554	7189494	2251	76	4	<0,01	167	93
1066	Песчаник с медной зеленью	480883	7189190	644	21	28	<0,01	116	79
051-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481109	7190214	2457	27	3	<0,01	115	101
051-1	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481110	7190213	2620	34	4	<0,01	118	114
1067	Песчаник с линзами кварца и медной зеленью	481197	7189370	894	128	199	0,06	198	157
055-2	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	481333	7189411	1019	112	443	0,04	93	319
1080	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481396	7189469	697	27	9	<0,01	197	46
1068	Песчаник с малахитом и брошантитом	481406	7189440	1641	96	2	<0,01	149	250
1070	Песчаник с малахитом	481718	7189482	1137	51	3	0,02	108	155
1069	Песчаник с малахитом и брошантитом	481725	7189478	1295	110	9	0,02	91	342
1072	Песчаник с малахитом	481741	7189488	859	50	53	0,05	135	108
1076	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481746	7189459	472	44	7	0,02	166	63
1077	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481749	7189459	672	35	8	<0,01	179	47
1078	Песчаник с кварцевыми прожилками и малахитом	481752	7189459	730	163	9	<0,01	63	244
1084	Графит-серицитовый сланец малахитом и азуритом	481876	7189476	2789	146	7	<0,01	184	320
1059-1	Хлоритовый сланец	482016	7190661	807	73	24	<0,01	123	145
1059	Хлоритовый сланец пестроцветный	482047	7190673	1230	77	3	<0,01	84	74
041-1	Кварцит с медной зеленью	482744	7189695	153	7	<2	0,04	<10	10
042-2	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482751	7189722	1638	46	4	0,03	153	137
1052	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	482760	7189708	1369	62	21	0,01	81	178
065-3	Кварцевая жила с медной зеленью	482788	7189690	1580	61	4	0,04	121	116
065-5	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482795	7189685	1331	65	4	0,01	136	125
065-11	Кварцевая жила с медной зеленью	482798	7189711	2435	40	4	0,07	96	114
065-6	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482799	7189684	1483	57	5	<0,01	114	155
065-8	Кварц-хлоритоидный сланец с гематитом и медной зеленью	482806	7189687	1522	77	10	0,05	133	177
065-9	Кварцевая жила с медной зеленью	482809	7189684	556	15	6	0,01	17	26
065-14	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482831	7189696	1731	41	3	0,04	140	107
065-16	Хлоритовый сланец с медной зеленью	482853	7189724	1968	41	<2	0,23	150	138
042-3	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482853	7189759	2292	6	2	0,01	19	20
042-4	Кварцевая жила с халькозином и медной зеленью	482859	7189757	1278	59	3	0,04	145	121
065-17	Хлоритовый сланец с кварцевыми прожилками	482866	7189717	1818	47	<2	0,12	183	135
1053	Кварц-хлоритоидный сланец с медной зеленью	483081	7189732	998	58	15	<0,01	98	276

карбонатного комплекса составляет 3000–3500 км², а их общая мощность составляет от 3 до 5 км [25, 29]. Размеры (200×20 км) и линейно-вытянутая форма палеобассейна, наличие базитовых интрузий позволяют отнести его к категории рифтогенных, трогового типа [22]. Рифтогенез был связан с началом процесса распада протерозойского суперконтинента Родиния [25] и ознаменовал начало формирования «Протоверхоянского прогиба». Внутрикратонная рифтогенная природа осадочного палеобассейна являлась благоприятной предпосылкой для формирования МПС. Источником меди и других металлов могли быть обогащённые органическим веществом сланцы и красноцветы, которые широко развиты среди рифейских и вендских толщ ПТ. Сочетание углеродистых сланцев и красноцветов (источников металлов), доломитов (источников рассолов) и глинистых сланцев (флюидоупоров) благоприятствовало образованию высококонцентрированных флюидов, способных выщелачивать и транспортировать металлы. Мобильная надвиговая структура ПТ благоприятствовала высокой сейсмической активности, которая приводила к усилению дегидратации осадков и росту скорости латеральной миграции флюидов [20]. С событиями этого же палеогеодинамического этапа, по-видимому, было связано формирование МПС в рифейских комплексах других регионов «Протоверхоянского прогиба» – Билякчанской зоны и Сеттэ-Дабана [19, 31]. Очертания и внутренняя структура рифейского осадочного палеобассейна были существенно нарушены в ходе неоднократных эпох деформаций и метаморфизма [6, 8].

По современной международной классификации [35], МПС Ороевской зоны относятся к типу, для которого характерны трансгрессивный тип рудовмещающего разреза, морские либо субмаринные условия осадконакопления, расположение красноцветных отложений в основании меденосных пачек, наличие горизонтов, обогащённых органическим углеродом и являющихся восстановителем для обогащённых медью рассолов. По отечественной классификации [17, 24], этому соответствует «джезказганский тип меденосных формаций в протоплатформенном прогибе» [17, с. 200].

Отдельно затронем вопрос о возможной экономической значимости рассмотренной минерализации. Как уже указывалось ранее [7], вероятность выявления на ПТ промышленно значимых месторождений меди, как и других металлов, низка. Причиной этого являются отмеченные выше особенности тектоники и геодинамической эволюции Приколымья. Этот вывод подтверждается невысокими (в большинстве проб менее 1%) содержаниями меди, не отвечающими промышленным кондициям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басков Е.А., Беленицкая Г.А., Романовский С.И. Литогеодинамика осадочных бассейнов. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. – 480 с.
2. Беленицкая Г.А. Опыт мелкомасштабного литогеодинамического районирования и картирования осадочного чехла территории России // Литосфера. – 2007. – № 5. – С. 3–37.
3. Беус В.А., Миледин А.К. Новые данные о возрасте метаморфического комплекса Приколымского поднятия // Доклады Академии наук СССР. – 1990. – Т. 311, №4. – С. 925–928.
4. Власов Г.М., Мишин Л.Ф. Геотектоническая теория и магматогенно-рудные системы. – М.: Наука, 1992. – 230 с.
5. Габлина И.Ф., Малиновский Ю.М. Периодичность меденакпления в осадочной оболочке Земли // Литология и полезные ископаемые. – 2008. – № 2. – С. 155–173.
6. Глухов А.Н. Тектонические факторы рудогенеза докембрийских террейнов на примере Приколымского поднятия и Омолонского массива (Северо-Восток Азии) // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. – 2019. – Т. 64. – Вып. 2. – С. 219–248.
7. Глухов А.Н. Медное и полиметаллическое оруденение Приколымского террейна и его генетическая типизация // Литосфера. – 2019. – Т. 19, № 5. – С. 717–730.
8. Глухов А.Н., Гладков А.С., Кошкарёв Д.А., Лунина О.В. Тектонофизические критерии геодинамической эволюции Приколымского террейна (Северо-Восток России) // Геодинамика и тектонофизика. – 2013. – Т. 3, № 4. – С. 361–375.
9. Глухов А.Н., Савва Н.Е., Колова Е.Е. Вещественный состав и генезис золотых руд месторождения Надежда, Магаданская область // Руды и металлы. – 2016. – № 4. – С. 60–71.
10. Глухов А.Н., Тюкова Е.Э. Перспективы развития минерально-сырьевой базы меди Магаданской области // Руды и Металлы. – 2013. – № 5. – С. 21–33.
11. Глухов А.Н., Фомина М.И. Новые данные о стратиформной полиметаллической минерализации в карбонатных толщах Приколымского террейна // Отечественная геология. – 2015. – № 3. – С. 37–44.
12. Григорьев Н.А. О кларковом содержании химических элементов в верхней части континентальной коры // Литосфера. – 2002. – № 1. – С. 61–71.
13. Давыдов Ю.В., Чиряев А.Г., Костин А.В., Соболев А.Е. Стратиформное оруденение Якутии (свинец, цинк, медь) // Стратиформное оруденение Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – С. 5–24.
14. Зеленова О.И., Комарова Г.В. Постседиментационные изменения красноцветных континентальных отложений в различных гидрогеологических условиях // Континентальный и прибрежно-морской литогенез. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1977. – С. 89–94.
15. Кисляков Я.Н., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 608 с.
16. Корольков А.Т., Радомская Т.А., Ягуджинский Р. Генезис польских месторождений меди // Известия Иркутского государственного университета. – 2016. – Т. 17. – С. 91–102.

17. *Кривцов А.И., Волчков А.Г., Володин Р.Н.* и др. Методика прогноза и поисков месторождений цветных металлов. – М.: ЦНИГРИ, 1987. – 278 с.
18. *Кутырев Э.И.* Геология и прогнозирование согласных месторождений меди, свинца и цинка. – Л.: Недра, 1984. – 248 с.
19. *Кутырев Э.И., Соболев А.Е., Исправников А.В.* и др. Медистые песчаники и медистые базальты Сьэттэ-Дабанского региона // Стратиформное оруденение Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – С. 74–87.
20. *Павлов Д.И., Горжевский Д.И., Голева Г.А.* Сопряженность рудо- и нефтеобразующих систем в осадочных бассейнах и прогноз рудных месторождений // Геология рудных месторождений. – 1991. – № 5. – С. 39–45.
21. *Попов В.Е.* Генезис вулканогенно-осадочных месторождений и их прогнозная оценка. – Л.: Недра, 1991. – 287 с.
22. *Селли Р.К.* Введение в седиментологию. – М.: Недра, 1981. – 370 с.
23. *Справочник по литологии.* – М.: Недра, 1983. – 509 с.
24. *Справочное пособие по стратиформным месторождениям.* – М.: Недра, 1990. – 391 с.
25. *Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия).* – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с.
26. *Ткаченко В.И.* Докембрийские отложения в структуре Приколымского поднятия // Региональная геодинамика и стратиграфия Азиатской части СССР. – Л.: ВСЕГЕИ, 1992. – С. 49–64.
27. *Феоктистов В.П., Иогансон А.К., Неклюдов А.Г.* Металлогения осадочных бассейнов. – СПб: ВСЕГЕИ МПР РФ, 1997. – 75 с.
28. *Худолей А.К., Ткаченко В.И., Матуков Д.И.* и др. Новые данные о возрасте докембрийских вулканитов хакдонской серии (Восточное Приколымье) // Доклады Академии Наук. – 2006. – Т. 411, № 4. – С. 505–509.
29. *Шишкин В.А.* Метаморфический комплекс Приколымского поднятия. – М.: Наука, 1979. – 111 с.
30. *Шпикерман В.И.* Домеловая минерализация Северо-Востока Азии. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – 333 с.
31. *Шпикерман В.И., Горячев Н.А., Кропачев А.П.* Стратиформное оруденение Сьэттэ-Дабана (типизация, описание, сопоставление) // Стратиформное оруденение осадочных и вулканогенно-осадочных формаций Северо-Востока Азии. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 20–35.
32. *Шпикерман В.И., Шпикерман Л.А.* Протерозойские медистые песчаники и сланцы Приколымья // Стратиформное оруденение осадочных и вулканогенно-осадочных формаций Северо-Востока Азии. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. – С. 35–44.
33. *Шульдинер В.И.* Докембрийский фундамент Тихоокеанского пояса и обрамляющих платформ. – М.: Недра, 1982. – 226 с.
34. *Hayes T., Cox D., Piatak N., Seal R.* Sediment-Hosted Stratabound Copper Deposit Model // Mineral Deposit Models for Resource Assessment. Scientific Investigations Report 2010-5070-M. U.S. Geological Survey, 2010. – 147 p.
35. *Hitzman M.W., Selley D., Bull S.* Formation of Sedimentary Rock-Hosted Stratiform Copper Deposits through Earth History // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – P. 627–639.
36. *Hitzman M.W., Selley D., Bull S.* Formation of Sedimentary Rock-Hosted Stratiform Copper Deposits through Earth History // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – P. 627–639.
37. *Khudoley A.K., Rainbird R.H., Stern R.A.* et al. Sedimentary evolution of the Riphean-Vendian basin of southeastern Siberia // Precambrian Research. – 2001. – Vol. 111. – P. 129–163.
38. *McGowan R.R., Roberts S., Foster R.P.* et al. Origin of the copper-cobalt deposits of the Zambian Copperbelt: An epigenetic view from Nchanga // Geology. – 2003. – Vol. 31. – P. 497–500.
39. *Piradjno F.* Hydrothermal processes and Mineral Systems. Springer Science+Business Media B.V. – 2009. – P. 1250.
40. *Sillitoe R.H., Perello J., Alfredo G.* Sulfide-Bearing Veinlets throughout the Stratiform Mineralization of the Central African Copperbelt: Temporal and Genetic Implication // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105. – P. 1361–1368.
41. *Singer D.A.* World Class Base and Precious Metal Deposits: A Quantitative Analysis // Economic Geology. – 1995. – Vol. 90. – P. 88–104.
42. *Torrealdy H.I., Hitzman M.W., Stein H.J.* et al. Re-Os and U-Pb dating of the Vein-Hosted Mineralization at the Kansanshi Copper Deposit, Northern Zambia // Economic Geology. – 2000. – Vol. 95. – P. 1165–1170.

REFERENCES

1. *Baskov E.A., Belenitskaya G.A., Romanovskii S.I.* Litogeodinamika osadochnykh basseinov [Lithogeodynamic sedimentary basins], Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 1998, 480 p.
2. *Belenitskaya G.A.* Opyt melkomasshtabnogo litogeodinamicheskogo raionirovaniya i kartirovaniya osadochnogo chekhla territorii Rossii [Experience of small-scale lithogeodynamic zoning and mapping of the sedimentary cover of the territory of Russia], *Litosfera Publ.*, 2007, no. 5, p. 3–37.
3. *Beus V.A., Miledin A.K.* Novye dannye o vozraste metamorficheskogo kompleksa Prikolymnskogo podnyatiya, Doklady Akademii nauk [New data on the age of the metamorphic complex of the Prikolymnsky uplift, Reports of the USSR Academy of Sciences], 1990, Vol. 311, no. 4, p. 925–928.
4. *Vlasov G.M., Mishin L.F.* Geotektonicheskaya teoriya i magmatogenno-rudnye sistemy [Geotectonic theory and magmatogenic ore systems], Moscow, Nauka Publ., 1992, 230 p.
5. *Gablina I.F., Malinovskii Yu.M.* Periodichnost' medenakopleniya v osadochnoi obolochke Zemli [Frequency of copper accumulation in the earth's sedimentary shell], *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2008, no. 2, p.155–173.
6. *Glukhov A.N.* Tektonicheskie faktory rudogeneza dokembriiskikh terreinov na primere Prikolymnskogo podnyatiya i Omolonskogo massiva (Severo-Vostok Azii) [Tectonic factors of ore Genesis of Precambrian terrains on the example of the Prikolymnsky uplift and the Omolon massif (North-East Asia)], *Vestnik SPbGU, Nauki o Zemle*, 2019, Vol. 64, Is. 2, p. 219–248.
7. *Glukhov A.N.* Mednoe i polimetallicheskoe orudnenie Prikolymnskogo terreina i ego geneticheskaya tipizatsiya [Copper and polymetallic mineralization of the Prikolyma terrain and its genetic typing], *Litosfera Publ.*, 2019, Vol. 19, no. 5, p. 717–730.
8. *Glukhov A.N., Gladkov A.S., Koshkarev D.A., Lunina O.V.* Tektonofizicheskie kriterii geodinamicheskoi evolyutsii Prikolymnskogo terreina (Severo-Vostok Rossii) [Tectonophysics criteria of geodynamic evolution of the Prikolyma terrain (North-East of Russia)], *Geodinamika i tektonofizika*, 2013, Vol. 3, no. 4, p. 361–375.
9. *Glukhov A.N., Savva N.E., Kolova E.E.* Veshchestvennyi sostav i genezis zolotykh rud mestorozhdeniya Nadezhda, Magadanskaya oblast' [Material composition and Genesis of gold ores of the Nadezhda Deposit, Magadan region], *Rudy i metally*, 2016, no. 4, p. 60–71.
10. *Glukhov A.N., Tyukova E.E.* Perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoi bazy medi Magadanskoi oblasti [Prospects for the development of the mineral resource base of copper in the Magadan region], *Rudy i Metally*, 2013, no. 5, p. 21–33.
11. *Glukhov A.N., Fomina M.I.* Novye dannye o stratiformnoi polimetallicheskoi mineralizatsii v karbonatnykh tolshchakh Prikolymnskogo terreina [New data on stratiform polymetallic mineralization in the carbonate strata of the Prikolyma terrain], *Otechestvennaya geologiya*, 2015, no. 3, p. 37–44.
12. *Grigor'ev N.A.* O klarkovom sodержanii khimicheskikh elementov v verkhnei chasti kontinental'noi kory [On the Clark content of chemical elements in the upper part of the continental crust], *Litosfera Publ.*, 2002, no. 1, p. 61–71.
13. *Davydov Yu.V., Chiryayev A.G., Kostin A.V., Sobolev A.E.* Stratiformnoe orudnenie Yakutii (svinets, tsink, med') [Stratiform mineralization of Yakutia (lead, zinc, copper). Stratiform mineralization of Yakutia], *Yakutsk, YaF SO AN SSSR Publ.* 1988, p. 5–24.
14. *Zelenova O.I., Komarova G.V.* Postsedimentatsionnye izmeneniya krasnotsvetnykh kontinental'nykh otlozhenii v razlichnykh gidrogeologicheskikh usloviyakh. Kontinental'nyi i pribrezhno-morskoj litogenez [Post-sedimentation changes of red-colored continental deposits in various hydrogeological conditions. Continental and coastal-marine lithogenesis], *Novosibirsk, IGiG SO AN SSSR Publ.*, 1977, p. 89–94.
15. *Kislyakov Ya.N., Shchetochkin V.N.* Gidrogennoe rudobrazovanie [Hydrogenic ore formation], Moscow, ZAO «Geoinformmark» Publ., 2000, 608 p.
16. *Korol'kov A.T., Radomskaya T.A., Yagudzhinskii R.* Genezis pol'skikh mestorozhdenii medi [The Genesis of the Polish copper deposits], *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, Vol. 17, p. 91–102.
17. *Krivtsov A.I., Volchkov A.G., Volodin R.N., et al.* Metodika prognoza i poiskov mestorozhdenii tsvetnykh metallov [Methods of forecasting and searching for non-ferrous metal deposits], Moscow, TsNIGRI Publ., 1987, 278 p.
18. *Kutyrev E.I.* Geologiya i prognozirovanie soglasnykh mestorozhdenii medi, svintsa i tsinka [Geology and forecasting of copper, lead, and zinc deposits in consonant areas], Leningrad, Nedra Publ., 1984, 248 p.
19. *Kutyrev E.I., Sobolev A.E., Ispravnikov A.V., et al.* Medistye peschaniki i medistye bazal'ty Se'tte-Dubanskogo regiona. Stratiformnoe orudnenie Yakutii [Cupriferous sandstones and cupriferous basalts Sette-Dubenskogo region. Stratiform mineralization of Yakutia], *Yakutsk, YaF SO AN SSSR Publ.*, 1988, p. 74–87.
20. *Pavlov D.I., Gorzhevskii D.I., Goleva G.A.* Sopryazhennost' rudo- i nefteobrazuyushchikh sistem v osadochnykh basseynakh i prognoz rudnykh mestorozhdenii [Conjugacy of ore-and oil-forming systems in sedimentary basins and forecast of ore deposits], *Geologiya rudnykh mestorozhdenii*, 1991, no. 5, p. 39–45.
21. *Popov V.E.* Genezis vulkanogenno-osadochnykh mestorozhdenii i ikh prognoznaya otsenka [Genesis of volcanogenic-sedimentary deposits and their forecast estimation], Leningrad, Nedra Publ., 1991, 287 p.
22. *Selli R.K.* Vvedenie v sedimentologiyu [Introduction to sedimentology], Moscow, Nedra Publ., 1981, 370 p.
23. *Spravochnik po litologii* [A manual of lithology], Moscow, Nedra Publ., 1983, 509 p.
24. *Spravochnoe posobie po stratiformnym mestorozhdeniyam* [Reference guide to stratiform deposits], Moscow, Nedra Publ., 1990. – 391 p.
25. *Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Sakha (Yakutiya)* [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)], Moscow, MAIK Nauka/Interperiodika Publ., 2001, 571 p.
26. *Tkachenko V.I.* Dokembriiskie otlozheniya v strukture Prikolymnskogo podnyatiya. Regional'naya geodinamika i stratigrafiya Aziatskoi chasti SSSR [Precambrian deposits

- in the structure of the Prikolym'sky uplift. Regional geodynamics and stratigraphy of the Asian part of the USSR.], Leningrad, VSEGEI Publ., 1992, p. 49–64.
27. *Feoktistov V.P., Ioganson A.K., Neklyudov A.G.* Metallogeniya osadochnykh basseinov [Metallogeny of sedimentary basins], Saint Petersburg, VSEGEI MPR RF Publ., 1997, 75 p.
 28. *Khudolei A.K., Tkachenko V.I., Matukov D.I., et al.* Novye dannye o vozraste dokembriiskikh vulkanitov khakdonskoi serii (Vostochnoe Prikolym'e) [New data on the Precambrian age of volcanics jackdonkey series (East Prikolinie)], Doklady Akademii Nauk, 2006, Vol. 411, no. 4, p. 505–509.
 29. *Shishkin V.A.* Metamorficheskii kompleks Prikolym'skogo podnyatiya [The metamorphic complex of the Prikolyma uplift], Moscow, Nauka Publ., 1979, 111 p.
 30. *Shpikerman V.I.* Domelovaya minerageniya Severo-Vostoka Azii [Dominova Minerageny of northeast Asia], Magadan, SVKNII DVO RAN Publ., 1998, 333 p.
 31. *Shpikerman V.I., Goryachev N.A., Kropachev A.P.* Stratiformnoe orudnenie Sette-Dabana (tipizatsiya, opisaniye, sopostavleniye). Ctratiformnoe orudneniye osadochnykh i vulkanogenno-osadochnykh formatsii Severo-Vostoka Azii [Stratiform mineralization of Sette-Daban (typing, description, comparison). Stratiform mineralization of sedimentary and volcanogenic sedimentary formations in northeast Asia], Magadan, SVKNII DVO RAN Publ., 1996, p. 20–35.
 32. *Shpikerman V.I., Shpikerman L.A.* Proterozoiskie medistye peschaniki i slantsy Prikolym'ya. Stratiformnoe orudneniye osadochnykh i vulkanogenno-osadochnykh formatsii Severo-Vostoka Azii [Proterozoic cuprous sandstones and shales of Prikolinie. Stratiform mineralization of sedimentary and volcanogenic sedimentary formations in North-East Asia], Magadan, SVKNII DVO RAN Publ., 1996, p. 35–44.
 33. *Shul'diner V.I.* Dokembriiskii fundament Tikhookeanskogo poyasa i obramlyayushchikh platform Moscow [Precambrian Foundation of the Pacific belt and framing platforms], Nedra Publ., 1982, 226 p.
 34. *Hayes T., Cox D., Piatak N., Seal R.* Sediment-Hosted Stratabound Copper Deposit Model // Mineral Deposit Models for Resource Assessment. Scientific Investigations Report 2010-5070-M. U.S. Geological Survey, 2010, 147 p.
 35. *Hitzman M.W., Selley D., Bull S.* Formation of Sedimentary Rock-Hosted Stratiform Copper Deposits through Earth History; Economic Geology, 2010, Vol. 105, p. 627–639.
 36. *Khudoley A.K., Rainbird R.H., Stern R.A. et al.* Sedimentary evolution of the Riphean-Vendian basin of southeastern Siberia. Precambrian Research, 2001, Vol. 111, p. 129–163.
 37. *McGowan R.R., Roberts S., Foster R.P., et al.* Origin of the copper-cobalt deposits of the Zambian Copperbelt: An epigenetic view from Nchanga, Geology, 2003, Vol. 31, p. 497–500.
 38. *Piradjno F.* Hydrothermal processes and Mineral Systems; Springer Science+Business Media B.V., 2009, p. 1250.
 39. *Sillitoe R.H., Perello J., Alfredo G.* Sulfide-Bearing Veinlets throughout the Stratiform Mineralization of the Central African Copperbelt: Temporal and Genetic Implication; Economic Geology, 2010, Vol. 105, p. 1361–1368.
 40. *Singer D.A.* World Class Base and Precious Metal Deposits: A Quantitative Analysis; Economic Geology, 1995, Vol. 90, p. 88–104.
 41. *Torrealday H.I., Hitzman M.W., Stein H.J. et al.* Re-Os and U-Pb dating of the Vein-Hosted Mineralization at the Kansanshi Copper Deposit, Northern Zambia; Economic Geology, 2000, Vol. 95, p. 1165–1170.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Плата с авторов за публикацию (в том числе с аспирантов) не взимается. Гонорар не выплачивается. Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым предоставляет редакции право на ее опубликование в журнале и размещение в сети «Интернет».

Направление в редакцию работ, опубликованных ранее или намеченных к публикациям в других изданиях, не допускается.

По всем вопросам, связанными со статьями, следует обращаться в редакцию по тел. +7 (495)315-28-47, E-mail: ogeo@tsnigri.ru

Адрес редакции: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1