

В. И. Сначёв, В. Н. Пучков, Д. Е. Савельев, В. М. Мосейчук¹,
А. В. Сначёв, А. А. Шиянова, М. В. Рыкус

РУДОНОСНОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ПОЛОВИНЫ МАЯРДАКСКОГО И ЯМАНТАУСКОГО АНТИКЛИНОРИЕВ

Углеродистые отложения, как известно, представляют собой весьма благоприятную геохимическую среду для первичного накопления многих промышленно важных элементов. При определенных условиях, особенно в областях проявления магматизма, зонального метаморфизма и тектонической активности, углеродистые породы могут концентрировать в себе крупные залежи золота, молибдена, вольфрама, ванадия, марганца, платины и других элементов. Достаточно назвать такие гигантские месторождения как Брокен-Хилл, Мурунтау за рубежом и Сухой Лог в России. В последние 20 лет среди золоторудных месторождений отчетливо выявился новый тип прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализации с дисперсным золотом и платиновыми металлами. Эти залежи располагаются в рифтовых структурах, в районах со слабо проявленным магматизмом и локализируются в древних породах, богатых органическим углеродом. Черносланцевые толщи образуют протяженные региональные пояса, однако месторождения внутри них приурочены к локальным полям, где проявлены динамотермальные процессы и определенного вида метасоматические изменения.

В пределах западного склона Южного Урала широко развиты рифейские и палеозойские черносланцевые отложения с мощными положительными аномалиями золота и ряда других элементов. В составе рифейских седиментационных комплексов Башкирского поднятия можно выделить по меньшей мере пять уровней распространения углеродистых отложений, содержащих небольшие коренные проявления золота, либо его аномально высокие геохимические концентрации: большеинзерский, суранский, юшинский, машакский, зигазино-комаровский.

Почти на всех уровнях в черносланцевых отложениях отмечается присутствие пирита, образующего рассеянную вкрапленность, маломощные линзы, послойные выделения и крутопадающие секущие зоны, прослеженные по простираанию на десятки и сотни метров.

Анализ имеющихся материалов по Южному Уралу показывает, что наиболее общими чертами минерализованных черносланцевых толщ являются следующие: 1) приуроченность благороднометалльного оруденения к кварцевым и кварц-сульфидным жилам, образующим линейные кварцево-жильные поля или штокверковые зоны, локализованные

чаще всего в горизонтах углеродистых пород, метаморфизованные в зеленосланцевой фации; 2) контроль оруденения зонами смятия и дробления, тяготеющими к крупным региональным разломам; 3) существенно восстановительный характер развития оруденения с характерной пирит-пирротиновой минеральной ассоциацией и широким участием магнезиально-железистых карбонатов (доломита, анкерита, сидерита).

Перечисленные признаки металлоносных черных сланцев обнаруживают весьма большое сходство с подобными отложениями других регионов, в которых выявлены промышленные концентрации благородных металлов, в частности по характеру распределений содержаний золота, строению разрезов и типу минерализации продуктивные сульфидно-углеродистые зоны Южного Урала весьма близки к золотоносным объектам Енисейского Кряжа, Забайкалья, Средней Азии.

Обследование этих минерализованных черносланцевых отложений показало наличие в них аномально-высоких, вплоть до промышленных, содержаний золота. Эти пока немногочисленные данные указывают на явную необходимость постановки исследовательских работ с целью решения вопроса о потенциальной золотоносности черносланцевых формаций.

Проведенные нами в 2005–2007 гг. научно-исследовательские работы в пределах северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев позволили провести изучение углеродистых отложений, известных в юшинской, машакской, зигальгинской и зигазино-комаровской свитах, на благородные металлы, вольфрам, молибден, ванадий (таблица).

Юшинская свита, в состав которой входит кызылташская толща, представлена переслаиванием серицито-глинистых и углеродисто-глинистых сланцев с алевrolитами, песчаниками и доломитами, завершающими раннерифейский седиментационный цикл и обнажающимися в водораздельной части рек Большая и Малая Казавда, а также на хребте Башкирский Маярдак.

Образования машакской свиты и одновозрастных ей аюсапканской и белетарской толщ начинают разрез среднерифейского седиментационного цикла с характерным набором типичных грабеновых отложений — основных и кислых эффузивов, конгломератов, гравелитов, песчаников

¹ ООО НТПП «Геопоиск», г. Челябинск.

Таблица

Содержания благородных и редкометалльных элементов в углеродистых отложениях

№ п/п	№ обр.	Свита, толща	Au, г/т	Pt, г/т	Pd, г/т	Rh, г/т	Ir, г/т	W, %	Mo, %	V, %	Привязка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	7247	зигаз.-комар.	0,76	<0,0005	0,060	0,0068	0,008	0,042	<0,002	0,0035	Отнурок
2	7134-1	зигаз.-комар.	0,28	<0,0005	0,055	0,0077	0,05	0,0077	<0,002	0,018	Отнурок
3	7126-1	зигаз.-комар.	0,019	<0,0005	0,083	0,0076	0,028	0,0077	<0,002	0,010	Отнурок
4	7237/1	зигаз.-комар.	0,23	0,023	0,16	0,0066	0,008	0,011	<0,002	0,0045	Отнурок
5	7127	зигаз.-комар.	0,089	0,033	0,098	0,0050	<0,0005	0,0063	0,0056	0,0055	Отнурок
6	7136	зигаз.-комар.	0,016	0,002	0,058	0,0044	0,017	0,0098	<0,002	0,0088	Отнурок
7	7229	зигаз.-комар.	0,019	<0,0005	0,055	0,0076	0,014	0,0049	<0,002	0,0031	Отнурок
8	7231	зигаз.-комар.	0,005	<0,0005	0,009	0,0058	<0,0005	0,0063	<0,002	0,0007	Отнурок
9	7238	зигаз.-комар.	0,026	<0,0005	0,010	0,0066	<0,0005	0,017	0,0030	<0,0005	Отнурок
10	7130	зигаз.-комар.	0,016	<0,0005	0,033	0,0036	<0,0005	0,015	<0,002	0,0042	Отнурок
11	7244	зигаз.-комар.	<0,0005	0,004	0,21	0,0062	<0,0005	0,0063	<0,002	0,010	Отнурок
12	7233	зигаз.-комар.	<0,0005	<0,0005	0,11	0,0030	<0,0005	0,0049	<0,002	0,0050	Отнурок
13	7241	зигаз.-комар.	0,26	0,010	0,035	0,0030	<0,0005	0,0049	<0,002	0,0020	Отнурок
14	7094	зигаз.-комар.	1,42	0,041	0,019	<0,0005	0,010				г. Мягкая
15	7094-1	зигаз.-комар.	0,13	0,038	0,037	<0,0005	0,019				г. Мягкая
16	7095	зигаз.-комар.	0,061	0,011	0,015	<0,0005	0,006				г. Мягкая
17	7123	зигаз.-комар.	0,075	0,009	0,054	<0,0005	0,011				Отнурок
18	7131	зигаз.-комар.	0,47	0,025	0,010	<0,0005	<0,0005				Отнурок
19	7136-1	зигаз.-комар.	0,070	0,038	0,111	<0,0005	0,012				Отнурок
20	7134-1	зигаз.-комар.	2,05	0,056	0,046	<0,0005	0,016				Отнурок
21	7014	зигаз.-комар.	0,076	0,009	0,014	<0,0005	0,0048				г. Широкая
22	5302	зитальгинская	0,076	0,001	0,0090	0,0007	0,0055				хр. Машак
23	7111-2	машакская	0,111	0,064	0,027	<0,0005	0,006				хр. Юша
24	5348	машакская	0,0046	0,004	<0,0005	0,0013	0,014				хр. Машак

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	5814-1	машакская	0,081	0,006	0,010	0,011	0,028				водораздел рек Б. и М. Казавда
26	5386-11	машакская	0,046	0,002	0,009	0,0038	0,027				водораздел рек Б. и М. Казавда
27	7010-1	машакская в.	0,018	0,020	0,027	<0,0005	0,038				г. Широкая
28	7011-3	машакская в.	1,68	0,003	0,032	<0,0005	0,026				г. Широкая
29	7084-1	машакская	0,054	0,083	0,032	<0,0005	0,064				р. Б. Казавда
30	7088	машакская	0,029	<0,0005	0,005	<0,0005	0,018				р. Б. Инзер
31	5932	машакская	0,21	0,012	0,014	<0,0005	0,008				р. М. Кузьелга
32	5380	машакская	0,095	0,018	0,058	<0,0005	<0,0005				р. М. Кагав
33	5842-1	аюсапканская	0,050	0,008	0,043	0,0060	<0,0005	0,020	<0,002	0,031	Баш. Маярдак
34	5848-2	аюсапканская	0,10	<0,0005	0,27	0,0036	<0,0005	0,013	<0,002	0,043	Баш. Маярдак
35	7128-1	аюсап.-белет.	0,037	0,002	0,065	0,0064	0,005	0,0077	<0,002	0,010	Отнурок
36	5848-3	аюсапканская	0,064	0,013	0,018	<0,0005	0,0056				Баш. Маярдак
37	7128	аюсап.-белет.	0,033	0,016	0,086	<0,0005	0,013				Отнурок
38	5859-2	кызылташская	0,035	0,006	0,009	0,034	0,0048				Баш. Маярдак
39	5862	кызылташская	0,051	<0,0005	0,89	0,0077	0,034				Баш. Маярдак
40	5878-4	кызылташская	0,045	<0,0005	0,017	<0,0005	0,0064				Баш. Маярдак
41	5878-2	кызылташская	0,038	0,003	0,48	0,0026	0,019				Баш. Маярдак
42	5879-1	кызылташская	0,015	<0,0005	0,007	<0,0005	0,011				Баш. Маярдак
43	5861	кызылташская	0,030	0,002	0,075	0,0056	0,09	0,0063	<0,002	0,0095	Баш. Маярдак
44	5878-3	кызылташская	0,020	<0,0005	0,033	0,013	<0,0005	0,0077	<0,002	0,0042	Баш. Маярдак
45	5879/2	кызылташская	0,024	<0,0005	0,051	0,0029	<0,0005	0,013	<0,002	0,041	Баш. Маярдак
46	5280-3	юшинская	0,008	0,004	0,0027	0,007	0,005				водораздел рек Б. и М. Казавда

Примечание: №№ 1, 7, 8, 13, 21, 31, 32 — бурый железняк; № 28 — песчаник; № 41 — кварцевая жила.

и алевролитов с пачками и горизонтами углеродистоглинистых сланцев. Последние прослежены нами в пределах хребтов Юша, Машак, Башкирский Маярдак, в водораздельной части рек Бол. и Мал. Казавда, на г. Широкая, по рекам Бол. Инзер, Мал. Кузьелга, М. Катав. С углеродистыми отложениями аюсапканской толщи почти повсеместно ассоциируют многочисленные дайки амфиболитов (амфиболизированных диабазов). Наличие последних можно рассматривать как благоприятный фактор для концентрации первично рассеянного рудного вещества.

В составе зигальгинской свиты углеродистые сланцы (алевролитовые и алевропелитовые) залегают в виде выдержанного горизонта, разделяющего кварциты (кварцито-песчаники). Данная пачка нами наблюдалась на многих пересечениях: на хр. Маярдак (обн. 7018), на хр. Ерикташ вблизи г. Каменная Баба, на хребте с отм. 1083 м (западнее хребта Инзерские Зубчатки — обн. 7090). Вдоль водораздельной части хр. Машак горизонт углеродистых алевролитов прослеживается от г. Кобея до г. Широкая, и далее их выходы возобновляются вдоль западного склона хребта южнее отм. 1217,3 м. По-видимому, к этому же стратиграфическому уровню относятся интенсивно смятые углеродистые сланцы, обнажающиеся по левому и правому борту долины р. Б. Инзер. В обнажениях по левому борту долины р. Б. Инзер они ассоциируют с базальтами, а в некоторых интерпретациях — с субвулканическими телами амфиболизированных диабазов (так называемый «нерасчлененный машак»).

В большинстве случаев породы данной толщи представлены темно-серыми до черных алевролитами с переменными количествами кварца и углистоглинистого вещества, от чего зависит их текстура — массивная или сланцеватая. Сульфидная минерализация в этих породах нами отмечалась крайне редко. Вместе с тем на горе Широкая (хр. Машак) и ряде других мест углеродистые отложения несут повышенные концентрации магнетита.

Наиболее широким распространением углеродистые сланцы пользуются в составе зигазинокомаровской свиты. Пройденные маршруты на площадях развития данных толщ показали, что они сложены в переменных соотношениях хлорит-серицит-кварцевыми, слюдисто-кварцевыми, слюдисто-полевошпат-кварцевыми сланцами, кварцевыми алевролитами и песчаниками, в той или иной степени обогащенными углеродистым веществом. Почти повсеместно они граничат с кварцитами зигальгинской свиты, которые здесь чаще всего представлены сланцеватыми ожелезненными разновидностями красноватых тонов.

В сланцах очень часто наблюдается сульфидизация от единичных вкрапленных зерен пирита до образования сульфидных прожилков мощностью до 1 см при содержании сульфидов в породах

до 25—30%. Чаще всего в обнажениях и элювиально-делювиальных развалах встречаются в той или иной степени выветрелые породы, в которых на месте первичных сульфидов либо остаются пустоты кубического габитуса, либо образуются зоны кавернозной текстуры, интенсивно ожелезненные. При дальнейшем выветривании на месте таких пород образуются бурые железняки.

Следует отметить, что углеродистые отложения являются не устойчивыми в зоне окисления и, как правило, плохо обнажены в отличие от граничащих с ними кварцитов, обычно бронирующих рельеф. Так, например, хребет г. Мягкая практически полностью сложен углеродистыми сланцами: коренные обнажения практически отсутствуют, они есть лишь в нескольких местах на водоразделе. Здесь в черных сланцах почти повсеместно наблюдается вкрапленность пирита.

В то же время исключением из правил является хребет Золотые Шишки, между пос. Нура и Отнурок: здесь черные сланцы образуют прекрасные коренные обнажения, часто в них наблюдаются прожилки свежего пирита (до 15—20% объема породы), зоны интенсивного ожелезнения, придающие обнажениям вишневую окраску. На южном склоне хребта в элювиально-делювиальных развалах нами встречены сильно ожелезненные обломки жильного кварца и бурых железняков по сульфидизированным и окварцованным сланцам.

Все это, на наш взгляд, свидетельствует о высоких перспективах данного стратиграфического уровня на благородные металлы. По крайней мере, он несомненно заслуживает внимания как основной объект для постановки поисковых работ на Au и ЭПГ. В числе благоприятных условий можно отметить следующие: 1) широкое развитие сульфидизации в черных сланцах, которое подтверждается наличием многочисленных мелких проявлений бурых железняков, образовавшихся в коре выветривания по углеродсодержащим сланцам; 2) наиболее интересные в металлогеническом отношении участки, сложенные углеродистыми отложениями, расположены за пределами заповедных территорий и доступны для изучения.

Определения золота, платины, палладия, рутения, родия и иридия выполнены в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН (зав. лабораторией В.В. Дистлер) химико-спектральным методом с предварительным концентрированием на органическом полимерном сорбенте «Полиоргс-4». Нижние пределы количественных определений всех элементов — 0,0005 г/т. Результаты анализа 46 проб представлены в таблице. В 20 пробах из них определены, кроме того, W, Mo и V в аналитическом сертификационном испытательном центре (АСИЦ) ВИМС (директор В.С. Кордюков) фотометрическим методом. Нижние пределы чувствительности метода для W и Mo — 0,002%, для V — 0,0005%.

Золото относится к числу наиболее изученных элементов-примесей черных сланцев. Это объясняется экономическим значением золоторудных месторождений, пространственно связанных с ними. Кларковые содержания золота в углеродистых отложениях мира, оцененные разными способами, составляют 0,008–0,01 г/т [Юдович, Кетрис, 1994], аномальными можно считать содержания в 20–35 мг/т, сильной аномалией — 35–50 мг/т, рудогенной аномалией — > 50 мг/т. Основным минералом — концентратом золота в породах черносланцевых толщ является пирит. Количество золота в углеродистом веществе разной степени метаморфизма обычно составляет 16–60% от суммарного его содержания в углеродистых породах [Юдович, Кетрис, 1994].

В пределах рассматриваемой территории нами проведено выборочное штупное опробование сульфидизированных и окварцованных углеродистых сланцев, результаты которого приведены в таблице. Небольшое количество проанализированных проб пока не позволяет выявить рудные зоны с промышленными содержаниями золота, однако полученные данные уже сейчас позволяют говорить о весьма высокой перспективности углеродистых отложений машакской, а особенно зигазино-комаровской свит. Так, среднее содержание золота по породам машакской свиты составляет 0,183 г/т (14 проб), зигазино-комаровской — 0,290 г/т (21 проба), юшинской — 0,030 г/т (9 проб). Для первых двух стратиграфических подразделений это в 4–6 раз выше, чем для рудогенной аномалии. Максимальные же значения концентрации золота в углеродистых сланцах зигазино-комаровской свиты достигают 2,05 г/т в небольшом карьере у дороги между г. Белорецк и пос. Отнурок-1 и 1,42 г/т на г. Мягкая, в машакской свите — 1,68 г/т на западном склоне г. Широкая.

Отдельно целесообразно рассмотреть вопрос о перспективности бурых железняков на золото. В ходе работ на данной территории обследованы проявления железных руд Теплое, Моховое, Катайка, Буренкинское и другие. Все они приурочены к коре выветривания сульфидизированных углеродистых сланцев. По данным более ранних геологосъемочных работ [Швецов и др., 1974 г.], в отдельных пробах рудопоявлений зафиксированы повышенные содержания золота и серебра. Анализ на платиноиды не проводилось. По нашим данным (проанализировано 7 проб), высоких значений золота в бурых железняках не установлено. Средняя его величина составляет 0,203 г/т, а максимальная — 0,76 г/т на проявлении Катайка (северное окончание одноименного поселка).

Платиноиды. В последние десятилетия были открыты ранее неизвестные промышленные месторождения благородных металлов в черносланцевых комплексах, в которых совместно с основными

промышленными компонентами (Au, Mo, V и т. д.) присутствуют металлы платиновой группы (Сухой Лог, Мурунтау, Кумтор, Наталкинское и др.). Месторождения такого масштаба на Урале пока не обнаружены, однако результаты изучения благородных металлов в углеродсодержащих черносланцевых толщах этого региона приводят к оптимистическим прогнозам [Волченко, Коротеев, 2000; Рыкус, Сначёв, 2000; Золоев и др., 2001]. Так, Ю.А. Волченко и В.А. Коротеев, обобщив данные порядка 200 проб черных сланцев трех возрастных уровней (R_3 , O_{1-2} , O_3-S_1) преимущественно Среднего и Северного Урала, пришли к выводу, что региональный фон в них по Pt и Pd составляет соответственно 13 и 17 мг/т, 17 и 15 мг/т, 14 и 25 мг/т. На отдельных участках с отчетливо проявленной сульфидизацией (участок Кокуйский) получено до 5 г/т Pd, 0,5 г/т Pt и 0,7 г/т Au. К.К. Золоев и др. [2001] выделяют на Среднем Урале в качестве типовых Кедровскую и Долгомывсовскую рудные зоны: первая расположена на западном склоне Урала, в пределах развития континентально-склоновых черносланцевых толщ, а вторая — в Восточно-Уральской мегазоне, и связана с ордовикскими или раннесилурийскими углеродистыми сланцами в вулканогенно-осадочной толще.

Максимальные содержания платиноидов в углеродистых отложениях Южного Урала установлены М.В. Рыкусом и В.И. Сначёвым [2000] в метаморфически измененных черных сланцах (O–S) в бассейне рек Бетера и Тупаргасс (зона Уралтау), где получены содержания Pt — до 0,23 г/т, а Pd — до 1,8 г/т. Средние же содержания ЭПГ в углеродистых отложениях, рассчитанных по 22 рудным районам Сибири, Казахстана и Урала, составляют [Коробейников, 1985]: Pt — 5 мг/т, Pd — 1–3 мг/т, Ir — 3 мг/т, Rh — 4 мг/т. По данным Я.Э. Юдовича, М.П. Кетрис [1991] существует два предварительных признака возможной платиноносности черных сланцев — аномалии по никелю и молибдену.

В сульфидизированных углеродсодержащих породах северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев, судя по содержанию молибдена (<0,002%), казалось бы, мало шансов получить высокие значения платиноидов. Однако, как следует из таблицы, это далеко не так. Рассматриваемые углеродистые сланцы весьма перспективны на палладий, особенно породы кызылташской толщи, где отмечены содержания в 0,48 и 0,89 г/т, а в среднем — 0,20 г/т. Для образований машакской свиты эти показатели заметно меньше — 0,27 г/т и 0,046 г/т (среднее). По зигазино-комаровской свите имеем средние содержания палладия — 0,061 г/т, а максимальные — 0,21 г/т. Все концентрации иридия и родия находятся либо в пределах фона, либо — пределах обнаружения. Немного более высокие содержания установлены в сланцах по платине: зигазино-комаровская свита — в среднем 0,01 г/т

при максимальном — 0,056 г/т; машакская свита, соответственно — 0,016 г/т и 0,083 г/т; кызылташская — 0,002 г/т и 0,006 г/т.

Вольфрам, молибден, ванадий. С молибденом все просто — его содержания стабильно укладываются в кларковый интервал для углеродистых сланцев, составляющий 14–20 г/т [Юдович, Кетрис, 1991]. Для ванадия имеем похожую картину — во всех рассматриваемых свитах его содержания колеблются около кларка (180–200 г/т), достигая в лучшем случае двухкратной его величины.

Весьма интересный материал получен при анализе результатов исследования углеродистых сланцев на вольфрам. Известно [Юдович, Кетрис, 1991], что кларк вольфрама в черных сланцах находится в интервале 3–8 г/т, аномальными можно считать содержания более 15 г/т. Однако среднее значение вольфрама в углеродистых образованиях кызылташской толщи составляет 90 г/т (максимальное содержание 130 г/т), аюсапканской толщи — 136 г/т (200 г/т), зигазино-комаровской свиты — 111 г/т (420 г/т). Примечательно, что из 19 проанализированных проб в 7 получены содержания W выше 0,01%, максимальное же его значение составило 0,042%, т. е. в 50–140 раз выше кларкового.

В целом в рассматриваемых углеродистых образованиях намечается палладий-золото-редкометалльная специализация с промышленными содержаниями благородных металлов и вольфрама. Подобное пространственное совмещение благородной и редкометалльной минерализации не является специфической особенностью только рассматриваемой территории. Аналогичная ситуация отмечена на ряде редкометалльных проявлений Оемкинского рудного узла (Сихоте-Алинь) [Молчанов и др., 2000], на Полярном Урале [Тарбаев и др., 1996], на Южном Урале в пределах Новоусмановской площади (зона Уралтау) [Рыкус и др., 2002].

Таким образом, углеродистые отложения северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев обладают очень высокими перспективами на поиски редкометалльной и благороднометалльной минерализации и в ее пределах должны быть проведены дальнейшие поисковые, а в случае успеха и поисково-оценочные работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы № 2 фундаментальных исследований ОНЗ РАН.

Литература:

Волченко Ю.А., Коротеев В.А. Платинометальное оруденение палеоостроводужных комплексов Урала: платиноносные и палладиеносные пояса // Металлогения и геодинамика. Екатеринбург, 2000. С. 94–98.

Злоев К.К., Волонченко Ю.А., Коротеев В.А. и др. Платинометальная минерализация в геологических комплексах Урала / Уральская геологосъемочная экспедиция. Екатеринбург, 2001. 199 с.

Молчанов А.П., Моисеенко В.Г., Хомич В.Г. и др. Палладий-золото-редкоземельная минерализация Оемкинского рудного узла (Сихотэ-Алинь) // Докл. РАН. 2000. Т. 375, № 4. С. 518–520.

Рыкус М.В., Сначёв В.И., Сначёв А.В. Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков: Мат-лы Респуб. науч.-практ. конф. Уфа: Тау, 2000. С. 179–191.

Рыкус М.В., Сначёв В.И., Насибуллин Р.А. и др. Осадконакопление, магматизм и рудоносность северной части Уралтау. Уфа: Изд-во БГУ, 2002. 268 с.

Тарбаев М.Б., Кузнецов С.К., Моралёв В.Г. Новый Au–Pd-й тип минерализации в Кожимском районе Приполярного Урала // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38, № 1. С. 15–30.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия и рудогенез Mo, W, Re в черных сланцах. Сыктывкар: Геонаука, 1991. 64 с.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 304 с.