РУДОНОСНОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАКСЮТОВСКОГО КОМПЛЕКСА (ЗОНА УРАЛТАУ)

© 2018 г. А. В. Сначёв, Я. Н. Нугуманова, Д. Е. Савельев

Реферат. В статье рассмотрено геологическое строение максютовского комплекса, развитого в южной части зоны Уралтау. Особое внимание уделено широко представленным в его составе углеродистым отложениям (графитистые кварциты, слюдисто-графито-кварцевые сланцы). Показано, что они относятся к низкоуглеродистому типу и кремнисто-углеродистой формации. В статье отмечается, что рудоносность черносланцевой формации максютовского комплекса довольно слабая и определяется двумя металлогеническими этапами, первый из которых характеризуется преобладанием седиментационных процессов, а второй проявился в период постседиментационной активизации региона. С первым из них связаны проявления фосфоритов, а со вторым — пирит-пирротин-халькопиритовое оруденение с повышенным содержанием золота.

Ключевые слова: зона Уралтау, углеродистые отложения, рудоносность, благородные металлы

ORE PROSPECTS OF CARBONACEOUS DEPOSITS OF THE MAKSYUTOVO COMPLEX (URALTAU ZONE)

A. V. Snachev, Ya. N. Nugumanova, D. E. Saveliev

Abstract. The article discusses the geological structure of the Maksyutovo complex, developed in the southern part of the Uraltau zone. Particular attention is paid to the carbonaceous deposits widely represented in it (graphitic quartzites, micaceous-graphite-quartz schists). It was shown that they belong to the low-carbon type and a siliceous-carbon formation. The article notes that the ore-bearing nature of the black shale formation of the Maksyutovo complex is rather weak and is determined by two metallogenic stages. The first is characterized by the predominance of sedimentation processes, and the second is manifested during the period of post-sedimentation activation of the region. Manifestations of phosphorites are associated with the first one, and pyrite-pyrrhotite-chalcopirite mineralization with a high gold content is associated with the second one.

Keywords: zone Uraltau, black shale, ore-bearing, noble metals

Зона Уралтау, расположенная между Главным Уральским разломом на востоке, Зилаирским мега-синклинорием и Башкирским мегантиклинорием на западе, прослеживается в меридиональном направлении от широты с. Кирабинское до Мугоджар. Основы стратиграфии метаморфических толщ зоны Уралтау были заложены Д.Г. Ожигановым [1941], который выделил максютовский и суваянский метаморфические комплексы, отличающиеся степенью метаморфизма и имеющие тектоническое соотношение на всем своем протяжении по Янтышевско-Юлукскому надвику западного падения.

До недавнего времени эти комплексы выделялись на всех геологических картах как рифей-вендская антиклинорная структура асимметричного строения с пологим западным и крутым восточным крыльями [Козлов, Пацков, 1974]. Восточное крыло антиклинорной структуры, по-видимому, перекрыто надвинутыми по Главному Уральскому разлому толщами палеоокеанического сектора, представленными на поверхности в зоне динамического влияния разлома мощной полосой развития тектонических брекчий, милонитов и бластомилонитов [Нечухин и др., 1986].

Для цитирования: Сначёв А.В., Нугуманова Я.Н., Савельев Д.Е. Рудоносность углеродистых отложений максютовского комплекса (зона Уралтау) // Геологический вестник. 2019. № 1. С. 55–67. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-1-4>.

For citation: Snachev A.V., Nugumanova J.N., Saveliev D.E. Ore prospects of carbonaceous deposits of the Maksyutovo complex (Uraltau zone) // *Geologicheskii vestnik*. 2019. No. 1. P. 55–67. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-1-4>.

В результате долгой и кропотливой работы геологов по поискам фауны наметилась тенденция к пересмотру стратиграфии и тектоники этого региона [Криницкий, Криницкая, 1965; Родионов, Радченко, 1988; Захаров, Пучков, 1994; Пучков, 1994; Захаров, Мавринская, 1994; Захаров и др., 1995]. По итогам последних геологосъемочных работ зона Уралтау трактуется как ранне-среднепалеозойская структура (возможно, с реликтами более древнего субстрата, объемы которого не ясны) [Князев и др., 2013]. В частности, четырехчленное деление максютовского комплекса (галеевская, кайраклинская, юмагузинская и карамалинская свиты) на основе вещественно-структурного анализа заменено на двучленное (галеевская, карамалинская серии) (Захаров, Быкова, 2003ф) (рис. 1). В данной статье авторами принимается вариант геологического строения территории, предложенный А.А. Захаровым и Л.С. Быковой.

Галеевская серия (О–S?) — объединяет метасадки, включая метакварциты, метаграувакки и метапелиты, среди которых встречаются менее деформированные блоки основного и ультраосновного состава (см. рис. 1). В целом эта единица отвечает галеевской, кайраклинской и юмагузинской свитам стандартной стратиграфической схемы. Карамалинская серия (S–D₁), отделенная от первой тектоническими контактами, представлена углеродистыми сланцами и кварцитами в тесном сочетании с метавулканитами, линзами мраморов, метагаббро и линзами серпентинитового меланжа с метародингитами. Она соответствует верхней и средней подсвите кайраклинской и всей карамалинской свитам. Для ультрабазитов, подчеркивающих своим положением тектонические блоки, возраст условно принят как ранне-среднеордовикский.

Отложения максютовского комплекса в результате тектонических движений, субдукции и последующей коллизии с Магнитогорской островной дугой были метаморфизованы [Пучков, 2000]. Расчеты термодинамических параметров для минеральных парагенезисов показали, что отложения галеевской серии испытали метаморфизм при температуре 650–700°C со значительным разбросом по давлению (пиковый для низкотитанистых эклогитов в 24 кбар), карамалинской серии — при 450°C и 8 кбар [Ковалев и др., 2011, 2015]. Вариации параметров обусловлены тем, что они находились на различных по глубинности уровнях субдуцирующей плиты. Затем первые поднялись вверх и пришли в тектонический контакт со вторыми на уровне

не лавсонит-глаукофанового метаморфического парагенезиса. Наконец, в ходе дальнейшей эксгумации обе единицы были смяты в антиформу, и структура приобрела современный вид [Пучков, 2010].

В разрезе метаморфических комплексов Уралтау углеродсодержащие отложения занимают различные возрастные уровни. Наиболее полное их развитие отмечается среди пород максютовского комплекса. Так, якуповская метаформация (О–S?ms₂) сложена в основном сланцами мусковит-кварцевого и слюдисто-плагиоклаз-кварцевого состава с прослоями графитистых кварцитов, в аралбаевской метаформации (S–D₁?ms₃) графитистые сланцы встречаются по всему разрезу, образуя толщи переслаивания с ортопородами, слюдисто-кварцевыми и хлорит (гранат)-слюдисто-кварцевыми сланцами.

Углеродистые сланцы и кварциты имеют площадное распространение и образуют самостоятельные пачки и горизонты выдержанной мощности по латерали. Существенное преобладание среди них тонкозернистых пелитовых разностей, присутствие хемогенного (кремнистого) материала, характерное тонкополосчатое (слоистое) строение свидетельствуют о накоплении этих отложений в сравнительно спокойных условиях морского бассейна на значительном удалении от береговой линии (рис. 2).

На стандартных петрохимических диаграммах они относятся к кремнисто-углеродистой формации и имеют достаточно однородный минеральный состав (рис. 3). Породообразующим является кварц (до 90%), представленный разномасштабными как субидиоморфными, так и ксеноморфными зубчатыми зернами, размер которых варьирует от 0.3–2 мм. Мусковит и серицит (до 5%) в виде чешуек и волокон ориентированы по сланцеватости породы. Гранат (до 5%) выражен идиоморфными зернами от 0.1 до 0.4 мм с включениями мелкозернистого кварца.

Содержание углеродистого вещества в сланцах и кварцитах максютовского метаморфического комплекса составляет 1.5–3.0%. По данным рентгеноструктурного анализа углеродистое вещество представлено графитом. Основная его масса обособляется в виде полосчатых, прожилковидных и чешуйчатых выделений гексагонального и призматического габитуса, ориентированных параллельно полосчатости и рассланцеванию (см. рис. 3б). Анализ соотношения изотопов углерода ¹³C/¹²C по сравнению с PDB составляет 25–30‰, что доказывает биогенную природу углерода в сланцах

Рис. 1. Геологическое строение максютовского комплекса Юлукской площади (по А.А. Захарову, Л.С. Быковой [2003ф], с упрощениями авторов)

Условные обозначения: 1 — зилайская и мукасовская свиты объединенные (полимиктовые песчаники, алевролиты, кремнистые сланцы); 2 — сакмарская и туратская свиты объединенные (метаэффузивы основного состава, кремнистые сланцы, полимиктовые песчаники, алевролиты); 3 — суваянский комплекс, уткальская серия, рябчиковая и кварцитовая метаморфизации объединенные (метаморфо-метасоматические образования по вулканогенно-терригенным толщам); 4 — максютовский комплекс, карамалинская серия, баракальская и аралбаевская метаморфизации объединенные (метаморфо-метасоматические образования по вулканогенно-терригенным толщам); 5 — максютовский комплекс, галеевская серия, юмагузинская и якуповская метаморфизации объединенные (метаморфо-метасоматические образования по терригенным толщам); 6 — юлукский комплекс (габбро, габбро-долериты в различной степени метаморфизованные); 7 — ташлинский и войкаринско-кемпирсайский комплексы (серпентиниты и продукты их метаморфо-метасоматических преобразований); 8 — главные разрывные нарушения (1 — Янтышевско-Юлукский разлом, 2 — Главный Уральский разлом); 9 — Южно-Юлукский участок детальных работ. Структурно-формационные зоны: I–II — Уралтауская мегазона (I — суваянский комплекс, II — максютовский комплекс), III — зона Главного Уральского разлома, IV — Магнитогорская мегазона.

Fig. 1. The geological structure of the Maksyutovo complex of the Yuluk area (according to A.A. Zakharov, L.S. Bykova [2003f], with the simplifications of the authors)

Legend: 1 — Zilair and Mukasov combined (polymictic sandstones, siltstone, siliceous schists); 2 — Sakmara and Turatsk Formations undivided (meta-effusions of mafic composition, siliceous shales, polymictic sandstones, aleurolites); 3 — Suvanyak complex, Utkal'sk series, greywacke and quartzite meta-formations combined (metamorpho-metasomatic formations on volcanogenic-terrigeneous strata); 4 — Maksyutovo complex, Karamalin series, Barakal and Aralbaev metaformations combined (metamorpho-metasomatic formations upon volcanogenic-terrigeneous strata); 5 — Maksyutovo complex, Galeev series, Yumaguzin and Yakupov metaformations combined (metamorpho-metasomatic formations in terrigenous strata); 6 — Yuluk complex (gabbro, gabbro-dolerites metamorphosed to varying degrees); 7 — tashlinsky and voykar-kempirsaysky complexes (serpentinities and products of their metamorpho-metasomatic transformations); 8 — main faults (1 — Yantysh-Yuluk fault, 2 — the Main Ural fault); 9 — South Yuluk area of detailed work. Structural-formational zones: I–II — Uraltau megazone (I — Suvanyak complex, II — Maksyut complex), III — zone of the Main Ural fault, IV — Magnitogorsk megazone.

Рис. 2. Фотографии типовых углеродсодержащих пород максютовского комплекса

Fig. 2. Photos of typical carbonaceous rocks of the Maksyutovo complex

и кварцитах [Leech, Ernst, 1998; Ковалев, Тимофеева, 2013]. В результате воздействия на породы процессов регионального и динамометаморфизма происходит перегруппировка, графит укрупняется и происходит совершенствование его структуры. При этом содержание углерода в рассматриваемых отложениях может достигать 38% [Leech, Ernst, 2000] (см. рис. 3а, в).

Металлогения черносланцевых отложений зоны Уралтау специально ранее не изучалась. К настоящему времени нет достаточно надежных данных для детального районирования углеродистых формаций и отнесения содержащейся в них рудной минерализации к определенным тектоно-магматическим циклам развития этой территории. Это объясняется в первую очередь слабой металлогенической изученностью зоны Уралтау в целом, отсутствием надежных сведений о возрасте оруденения, его связи с глубинной структурой, геохимической и рудной специализации осадочных и магматических образований и др.

Ванадий, фосфор. Типичными примерами раннего седиментационного этапа накопления рудных

компонентов в углеродистых отложениях зоны Уралтау могут служить ванадиеносные и фосфатеносные черносланцевые образования максютовского комплекса.

По данным А.А. Алексеева [Алексеев, 1978] в графитистых кварцитах и графито-кварцевых сланцах якуповской и аралбаевской метаморфических концентраций ванадия составляют от 800 до 5000 г/т (табл. 1).

При кларке ванадия в черных сланцах около 200 г/т [Юдович, Кетрис, 1986], такие содержания можно отнести к резко аномальным или рудогенным. Примечательно, что аномальное обогащение ванадием графитистых пород носит выдержанный характер. Это позволило выделить в максютовском комплексе ванадиеносную графито-кварцито-сланцевую формацию [Алексеев, 1978]. Автором отмечается прямая зависимость содержаний ванадия в черных сланцах от концентраций в них органического вещества, что указывает на седиментационную природу этого элемента. Его реальным поставщиком в осадок, по аналогии с другими подобными объектами, могли быть твердые обло-

Рис. 3. Микроскопическое строение углеродсодержащих отложений максютовского комплекса

Fig. 3. Microscopic structure of carbonaceous deposits of the Maksyutovo complex

Таблица 1

Результаты спектрального (1) и химического (2) анализов проб графитистых пород максютовского комплекса на V_2O_5 (%) [Алексеев, 1978]

Table 1

Results of spectral (1) and chemical (2) analyzes of samples of graphitic rocks of the Maksyutovo complex for V_2O_5 (%) [Alekseev, 1978]

№ п.п.	№ пробы	Название породы и привязка	1	2
1	6198	Слюдисто-графито-кварцевый сланец, Сев. Юлук	0.07	0.15
2	6227	Графито-кварцевый сланец, Сев. Юлук	0.07	0.08
3	6278	Графито-кварцевый сланец, Южный Юлук	0.11	0.14
4	6408	Углеродисто-кварцевый сланец, Южный Юлук	0.11	0.14
5	6417	Графито-кварцевый сланец, Южный Юлук	0.11	0.15
6	6447	Графито-кварцевый сланец, Сев. Юлук	0.07	0.11
7	6474	Углеродисто-хлорито-альбитовый сланец Сев. Юлук	0.07	0.08
8	6549	Углеродисто-кварцевый сланец, Южный Юлук	0.11	0.09
9	7344	Графитистый кварцит, р. Сакмара у д. Сабирово	0.14	0.11
10	7592	Графито-кварцевый сланец, руч. Кашля-Уар	0.09	0.09
11	8417	Слюдисто-графито-кварцевый сланец, р. Губерля	0.09	0.07
12	160	Графито-кварцевый сланец, руч. Карамала	0.90	0.19
13	192	Графито-кварцевый сланец, р. Сакмара	0.54	0.16
14	5574	Графито-кварцевый сланец, р. Баракал	0.18	0.13
15	6544	Слюдисто-графито-кварцевый сланец, Южный Юлук	0.18	0.12
16	147	Графито-кварцевый сланец, д. М. Юлдыбаево	0.90	0.35

Примечания: Пробы 1–8, 10, 15, 16 — аралбаевская метаформация; 9, 11–14 — якуповская метаформация. Химические анализы выполнены в химлаборатории Института геологии БФАН СССР З.В. Евдокимовой, спектральные — в спектральной лаборатории К.Т. Вильдановой.

Notes: Samples 1–8, 10, 15, 16 — Aralbaev meta-formation; 9, 11–14 — Yakupov meta-formation. Chemical analyzes were performed in the chemical laboratory of the Institute of Geology, BFAN USSR Z.V. Evdokimova, spectral — in the spectral laboratory of K.T. Vildanova.

мочные частицы терригенного или вулканогенного материала основных пород, что хорошо согласуется с наличием в максютовском комплексе горизонтов ортосланцев базитового состава. К этому необходимо добавить обогащенность ванадиеносных графитистых сланцев надкларковыми количествами молибдена, марганца, серебра, золота. В будущем эти отложения могли быть регенерированы и служить дополнительным источником металлов для объектов, связанных с тектоно-магматической активизацией региона.

В южной части зоны Уралтау от верховьев р. Сакмары на севере до р. Губерля на юге слюдисто-графито-кварцевые сланцы и графитистые кварциты кайраклинской и карамалинской свит содержат многочисленные фосфатопоявления с концентрациями P_2O_5 от 0.5 до 17% [Аксенов и др., 1979]. Основной носитель фосфора — тонкодисперсные и скрытокристаллические выделения апатита в графит-слюдистой массе, а также сферические обособления апатита, первоначально пред-

ставлявшие, по-видимому, кремнисто-углеродистые осадочные конкреции. Седиментационная природа фосфатных проявлений подчеркивается пластовой формой их залегания, а также стратифицированностью и выдержанностью на большой площади. Подобные фосфатопоявления ранее были отмечены в еремкинской толще в пределах Кочкарской площади Восточно-Уральского поднятия, а также Никольского участка Арамилско-Сухтелинской зоны [Сначёв, Муркин, 1989; Сначёв и др., 2015].

Благородные металлы. Золото и элементы группы платины относятся к числу наиболее изученных элементов-примесей черных сланцев. Кларковые содержания золота в углеродистых отложениях мира, оценены разными способами, составляет 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 — концентратором золота в породах черносланце-

вых толщ является пирит [Арифуров и др., 2006]. По данным Я.Э. Юдовича, М.П. Кетрис [1986] существует два предварительных признака возможной платиноносности черных сланцев — аномалии по никелю и молибдену. Проведенное нами изучение углеродистых отложений на W и Mo (8 проб) в АСИЦ ВИМС (рентгеноспектральный флуоресцентный метод) показало наличие в них вольфрама и молибдена в пределах кларка, соответственно 1.0–1.7 и 1.1–1.4 г/т, что не позволяет надеяться на выявление в них платиноидов. Так оно и получилось.

В ходе проведения геологосъемочных работ нами особое внимание уделялось тектонически проработанным зонам, в пределах которых углеродистые сланцы и кварциты были интенсивно окварцованы и сульфидизированы, широко развиты процессы окисления с развитием бурожелезняковых кор выветривания по ним. Определения золота, серебра, платины, палладия, родия, иридия, осмия, рутения были выполнены химико-спект-

ральным методом, а также для проверки полученных результатов было выполнено 5 проб нейтронно-активационным методом углеродистых сланцев только на золото (нижний предел обнаружения — 0.01 г/т) (табл. 2).

Результаты количественных определений благородных металлов в углеродистых сланцах и кварцитах максютовского комплекса довольно скромные. Все значения элементов группы платины находятся ниже предела чувствительности метода и не представляют интереса для дальнейшей интерпретации. Определенные перспективы на поисковые работы можно связывать лишь с золотом, содержания которого в проанализированных пробах находятся в основном в пределах 10–44 мг/т, т.е. аномалии и сильной аномалии. Лишь одна проба (№ 2502/1), отобранная в аралбаевской метаформации в верховьях р. Карамалы близ пос. Вознесенский, показала значение золота в 240 мг/т, что соответствует рудогенной аномалии и указывает на определенные перспективы

Таблица 2

Результаты количественных определений благородных металлов в углеродистых сланцах и кварцитах максютовского комплекса

Table 2

The results of quantitative determinations of noble metals in carbonaceous shales and quartzites of the Maksyutovo complex

№№ п/п	№№ зак.	Os г/т	Ru г/т	Au г/т	Ag г/т	Pt г/т	Pd г/т	Rh г/т	Yr г/т
1	2502/1	<0.004	<0.004	0.24	0.10	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
2	2515	<0.004	<0.004	0.044	<0.01	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
3	2502/2	<0.004	<0.004	0.010	0.02	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
4	2504/1	<0.004	<0.004	0.016	<0.01	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
5	2505	<0.004	<0.004	0.028	0.13	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
6	2506	<0.004	<0.004	0.016	0.20	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
7	2501/1	<0.004	<0.004	0.022	<0.01	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
8	2501	<0.004	<0.004	0.026	0.14	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
9	2517/1	<0.004	<0.004	0.024	0.06	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
10	2510	<0.004	<0.004	0.016	<0.01	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
11	2504	<0.004	<0.004	0.016	0.08	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
12	2509	<0.004	<0.004	0.012	0.15	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
13	2511	<0.004	<0.004	0.022	0.04	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002
14	2516	<0.004	<0.004	0.032	0.10	<0.05	<0.05	<0.02	0.003
15	2530	<0.004	<0.004	0.022	0.11	<0.05	<0.05	<0.02	<0.002

Примечания: анализы выполнены в ИГЕМ (г. Москва, лаборатория В.В. Дистлера) химико-спектральным методом с предварительным концентрированием на органическом полимерном сорбенте «Полиоргс-4». Нижние пределы количественных определений Os, Ru — 0.004 г/т; Au, Ag — 0.01 г/т; Pt, Pd — 0.05 г/т; Rh — 0.02 г/т; Ir — 0.002 г/т.

Notes: the analyzes were carried out in IGEM (Moscow, laboratory of V.V. Distler) by chemical-spectral method with preliminary concentration on the organic polymer sorbent “Poliorgs-4”. The lower limits of quantitative determinations Os, Ru — 0.004 g/t; Au, Ag — 0.01 g/t; Pt, Pd — 0.05 g/t; Rh — 0.02 g/t; Ir — 0.002 g/t.

Рис. 4. Геологическое строение и разрез Южно-Юлукского участка (по А.А. Захарову, Л.С. Быковой [2003ф], с упрощениями авторов)

Условные обозначения: 1 — суваянский комплекс, уткальская серия, рябчиковая и кварцитовая метаформации объединенные (метаморфо-метасоматические образования по вулканогенно-терригенным толщам); 2–3 — карамалинская серия: 2 — баракальская метаформация (сланцы-кварцевые, графит-сланцы-кварцевые, хлорит-полевошпатовые сланцы), 3 — аралбаевская метаформация (хлорит-полевошпатовые, слюдино-кварцевые, графит-сланцы-кварцевые сланцы и кварциты, линзы мраморизованных известняков); 4 — юлукский комплекс (габбро-долериты и продукты их метаморфо-метасоматических преобразований); 5 — ташлинский комплекс (серпентиниты нерасчлененные и продукты их метаморфо-метасоматических преобразований); 6 — линия геологического разреза; 7 — сплошная и прожилково-вкрапленная халькопирит-пиритовая руда; 8 — точка отбора пробы на промывку; 9 — населенные пункты.

Fig. 4. Geological structure and section of the South Yuluk area (according to A.A. Zakharov, L.S. Bykova [2003f], with the simplifications of the authors)

Legend: 1 — Suvanyak complex, Utkal series, greywacke and quartzite metaformations combined (metamorpho-metasomatic formations on volcanogenic-terrigeneous strata); 2–3 — Karamaly series: 2 — Barakal meta-formation (mica-quartz, graphite-mica-quartz, and quartz stone, chlorite-feldspar shale), 3 — Aralbaev meta-formation (chlorite-feldspar, mica-quartz, graphite-mica-quartz schists and quartzites, lenses of marbled limestone); 4 — Yuluk complex (gabbro-dolerites and products of their metamorpho-metasomatic transformations); 5 — Tashly complex (serpentinities undifferentiated and the products of their metamorpho-metasomatic transformations); 6 — line of geological section; 7 — solid and vein-interpersed chalcopyrite-pyrite ore; 8 — the point of sampling for washing; 9 — settlements.

рассматриваемых отложений на поиски в них золота.

Определенный интерес для понимания рудоносности углеродистых отложений Уралтауской мегазоны представляет рассмотрение небольших месторождений сульфидных руд, объединяемых в Юлукскую группу (Юлук, Гумерово, расположенных соответственно в 5 км к югу от д. Юлук и в 1 км к востоку от д. Юлдыбаево, см. рис. 1, 4).

Геологическая позиция и состав оруденения этих объектов подробно изучены в результате геологосъемочных работ последних лет [Захарова, Захаров, 1994; Захаров, Быкова, 2003ф]. Анализ полученных материалов позволяет нам, вслед за другими исследователями, относить Юлукскую

группу месторождений к единой полиметально-пирротиновой формации. Вмещающими породами для рудных тел служат графитистые кварциты и габброиды, метаморфизованные в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма. Парাপороды содержат вкрапленность пирита и рассеянное органическое вещество, что создавало восстановительную среду, способствующую сульфидоотложению. В частности с буферирующими свойствами черных сланцев можно связывать образование пирротина в сульфидных рудах. Рудные тела полиметально-пирротиновой формации характеризуются жиллообразной и линзовидной формой и окружены штокверковым и вкрапленным ореолом. Они сложены преимущественно массивными, полосчатыми и вкрапленными рудами. Для рудных тел характерен

отчетливый контроль разрывными нарушениями как в региональном, так и в локальном плане. На региональном уровне контроль сульфидной минерализации осуществляется крупными продольными разломами — надвигами (Янтышевско-Юлукским, ГУР и другими, см. рис. 1), которые вероятно являлись отражением расколов фундамента в допалеозойском складчатом этаже. На локальном уровне рудные тела контролируются зонами расланцевания, полостями отслоения, син- и пост-складчатыми сколовыми зонами и секущими разрывами (см. рис. 4).

Из кор выветривания, развитых по углеродистым породам, были отмыты несколько мелких золотин размером до 0.2 мм (рис. 5), микронзондовый анализ которых показал отсутствие зональности, выдержанный состав, незначительную примесь ртути и среднюю пробность 750 (табл. 3).

Анализ штучных проб сульфидизированных углеродистых сланцев, отобранных на рудных объектах Юлук и Гумерово, показал довольно высокие и стабильные значения золота в пределах 0.56—0.85 г/т, что указывает на хорошие перспективы указанных месторождений при дальнейшей их оценке на золото.

Исходя из общего строения структурно-вещественных комплексов и их геохимической специализации, можно допустить, что рудоносность углеродистых формаций зоны Уралтау определялась двумя металлогеническими этапами.

Для первого из них характерно преобладание седиментационных процессов при подчиненной роли магматизма. В углеродистых осадках накапливались в надкларковых количествах ванадий, уран, фосфор, золото и молибден, образуя обогащенные послойные минеральные зоны, локализованные на различных уровнях разреза максютовского комплекса.

Второй этап охватывал период постседиментационной активизации региона, сопровождающийся заложением крупных долгоживущих разрывных нарушений, контролировавших пути миграции, перераспределение и мобилизацию рудного вещества с возможным образованием гидротермально-осадочного и гидротермально-метасоматического оруденения. Подобные структуры являются весьма благоприятными для локализации жильной и жильно-штокверковой золоторудной минерализации [Арифуров и др., 2006; Коротеев и др., 2009; Знаменский, Знаменская, 2011; Сазонов и др., 2011; Иванов, 2017]. Поисковые работы на таких участках следует ориентировать одновременно на

Рис. 5 Фотографии и точки опробования самородного золота из кор выветривания по углеродистым сланцам максютовского комплекса

Примечание: снимки получены в обратно-рассеянных электронах на растровом электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBH в ИПСМ РАН (Уфа).

Fig. 5 Photographs and sampling points of native gold from weathering crusts on carbonaceous shale of the Maksyutovo complex

Note: The images were taken in backscattered electrons on a Tescan Vega 3 SBH scanning electron microscope at the IPSM RAS (Ufa).

Таблица 3

Результаты микрозондового анализа золотин из кор выветривания
по углеродистым сланцам максютовского комплекса (в %)

Table 3

The results of the microprobe analysis of gold from the weathering crust
of carbonaceous shale of the Maksyutovo complex (in %)

№ п/п	№ анализа	Au	Ag	Hg	Сумма	Пробность
1	16	70.37	28.26	1.31	99.94	714
2	17	65.38	27.70	0.96	94.04	702
3	24	75.99	23.55	0.83	100.37	763
4	25	75.96	22.90	0.35	99.21	768
5	65	78.18	21.82	—	100.00	782
6	66	78.89	21.11	—	100.00	789

Примечания: анализ выполнен в Лаборатории физических методов исследования минералов МГУ, на микрозонде «CAMEBAX SX50» фирмы «CAMECA» с применением эталонов (аналитик И.А. Брызгалов). Точность метода исследования в пределах $\pm 0.01\%$, условия анализа: ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 30 нА. Прочерк — элемент не определялся.

Notes: the analysis was performed in the laboratory of “Physical Methods for the Study of Minerals” of the Moscow State University, on the CAMEBAX SX50 microprobe of the CAMECA company using standards (analyst I.A. Bryzgalov). The accuracy of the research method is within $\pm 0.01\%$, the analysis conditions: an accelerating voltage of 20 kV, a probe current of 30 nA. Dash — the item was not determined.

обнаружение как стратиформных, так и секущих рудных тел золото(платино)-сульфидного и золото-кварцевого генетических типов. Там же, где углеродисто-сульфидные толщи пространственно ассоциируют с магматическими породами (габброидами, гранитоидами), наследующими зоны глубинных разломов, с ними связана сульфидно-кварцево-жильная минерализация с повышенными содержаниями палладия, вольфрама и молибдена.

Список литературы:

Аксенов Е.М., Волков Б.И., Евлентьев И.В. Метаморфизм докембрийских вулканогенно-кремнистых комплексов Урала и их фосфатонность // Метаморфогенное рудообразование. — Апатиты, 1979. — С. 44–45.

Алексеев А.А. О распространенности ванадия в осадочно-метаморфических породах зоны Уралтау // Минералого-геохимические особенности колчеданных месторождений, вулканогенных и осадочных образований Южного Урала. — Уфа: БФАН СССР, 1978. — С. 56–59.

Арифулов Ч.Х., Пругин Д.В., Чернойров В.Г., Овсянников М.П., Арсентьева И.В., Щербакова А.В. Золоторудные месторождения «черносланцевого» типа на Южном Урале и закономерности их размещения // Отечественная геология. — 2006. — № 4. — С. 13–22.

Захаров О.А., Мавринская Т.М. Новые палеонтологические данные о возрасте субстрата метаморфитов Уралтау // Ежегодник—1993 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа, 1994. — С. 19–20.

Захаров О.А., Пучков В.Н. О тектонической природе максютовского комплекса зоны Уралтау: Препр. / РАН. Уфимский науч. центр. Ин-т геологии. — Уфа, 1994. — 29 с.

Захаров О.А., Пучков В.Н., Маслов В.А., Артюшкова О.В., Нурмухаметов Э.М. Первая находка палеозойской

фауны в «рифейских» образованиях кайраклинской свиты максютовского комплекса // Общие проблемы стратиграфии и геологической истории рифея Северной Евразии. — Екатеринбург: УрО РАН, 1995. — С. 32.

Захарова А.А., Захаров О.А. Условия формирования сульфидного оруденения в метаморфитах зоны Уралтау на Южном Урале: Препр. / РАН. Уфимский науч. центр. Ин-т геологии. — Уфа, 1994. — 38 с.

Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. Рудовмещающие трансформные дуплексы золото-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых месторождений Южного Урала // Литосфера. — 2011. — № 1. — С. 94–105.

Иванов А.И. Роль метаморфических условий преобразования углеродистых карбонатно-терригенных отложений для формирования золотого оруденения на разных этапах коллизионной эпохи развития Байкало-Патомской металлогенической провинции // Отечественная геология. — 2017. — № 4. — С. 3–23.

Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначёв В.И., Жданов А.В., Каримов Т.Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М 1:1000000 (3-е поколение). Сер. Уральская. Лист N40-Уфа: Объяснительная записка. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. — 512 с.

Ковалев С.Г., Тимофеева Е.А. Первые данные по геохимии и изотопии углерода графитовых эклогитов максютовского комплекса (Южный Урал) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. — 2013. — № 3. — С. 8–11.

Ковалев С.Г., Тимофеева Е.А., Пиндюрина Е.О. Геохимия эклогитов максютовского комплекса (Южный Урал) и генетическая природа их протолитов // Геохимия. — 2015. — № 4. — С. 299–327. — DOI: <https://doi.org/10.7868/s0016752515040044>.

Ковалев С.Г., Тимофеева Е.А., Пиндюрина Е.О., Ковалев С.С. Геохимия и условия образования эклогитов мак-

сютковского комплекса // Геологический сборник № 9 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. — С. 236–245.

Козлов В.И., Пацков А.А. О тектонической природе максютовского комплекса зоны Уралтау // Тектоника и магматизм Южного Урала. — М.: Наука, 1974. — С. 121–129.

Коротеев В.А., Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Поленов Ю.А. Шовные зоны Урала как интегральные перспективные рудоносные структуры // Геология рудных месторождений. — 2009. — № 2. — С. 107–124.

Криницкий Д.Д., Криницкая В.М. Об открытии на юге Башкирии силурийских отложений среди древних толщ западного склона хребта Урал-Тау // Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Урала. Вып. 4. — М.: Недра, 1965. — С. 37–39.

Нечеухин В.М., Берлянд Н.Г., Пучков В.Н., Соколов В.Б. Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала. — Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. — 106 с.

Ожиганов Д.Г. Геология хребта Уралтау и района перидотитового массива Ю. Крака — М.: Госгеоллиздат, 1941. — 103 с. — (Труды БТГУ; Вып. 12).

Пучков В.Н. Новые данные по геологии Урал-Тау и проблема их геодинамической интерпретации // Ежегодник—1993 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа, 1994. — С. 55–63.

Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. — Уфа: Даурия, 2000. — 146 с.

Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. — 280 с.

Родионов В.Ю., Радченко В.В. О стратиграфии палеозойских отложений восточного крыла Зилаирского синклинария // Биостратиграфия девона и карбона Урала. — Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1988. — С. 15–22.

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

Сначёв В.И., Муркин В.П. Новые данные по магматизму, метаморфизму и металлогении Кочкарской площади (Южный Урал): Препр. / РАН. Уфимский науч. центр. Ин-т геологии — Уфа, 1989. — 23 с.

Сначёв А.В., Сначёв В.И., Романовская М.А. Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Ларинского купола (Южный Урал) // Вестник Московского университета. Сер. 4: Геология. — 2015. — № 2. — С. 58–67. — doi.org/10.3103/s014587521502009x.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Химическая классификация осадочных горных пород. — Сыктывкар: Коми ФАН СССР, 1986. — 34 с. (Сер. препр. «Науч. докл.»; Вып. 148).

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

Leech M.L., Ernst W.G. Graphite pseudomorphs after diamond? A carbon isotope and spectroscopic study of graphite cuboids from the Maksyutov Complex, south Ural Mountains, Russia // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. — 1998. — V. 62. — P. 2143–2154. — https://doi.org/10.1016/s0016-7037(98)00142-2.

Leech M.L., Ernst W.G. Petrotectonic evolution of the high to ultrahigh-pressure Maksyutov Complex, Karayanova

area, south Ural Mountains: structural and oxygen isotope constraints // *Lithos*. — 2000. — V. 52. — P. 235–253. — https://doi.org/10.1016/s0024-4937(99)00093-6.

References:

Aksenov E.M., Volkov B.I., Evlent'ev I.V. Metamorfizm dokembriiskikh vulkanogenno-kremnistykh kompleksov Urala i ikh fosfatonosnost' [Metamorphism of Precambrian volcano-genic-siliceous complexes of the Urals and their phosphate bearing] // *Metamorfogennoe rudoobrazovanie* [Metamorphogenic ore formation]. Apatity, 1979. P. 44–45 (In Russian).

Alekseev A.A. O rasprostranennosti vanadiya v osadochno-metamorficheskikh porodakh zony Uraltau [On the prevalence of vanadium in sedimentary-metamorphic rocks of the Uraltau zone] // *Mineralogo-geokhimicheskie osobennosti kolchedanykh mestorozhdenii, vulkanogennykh i osadochnykh obrazovaniy Yuzhnogo Urala* [Mineralogical and geochemical features of a pyrite deposit, volcanogenic and sedimentary formations of the Southern Urals]. Ufa: BFAN SSSR, 1978. P. 56–59 (In Russian).

Arifulov Ch.Kh., Plugin D.V., Chernoyarov V.G., Ovsyannikov M.P., Arsent'eva I.V., Shcherbakova A.V. Zolotorudnye mestorozhdeniya "chernoslantsevo" tipa na Yuzhnom Urale i zakonmernosti ikh razmeshcheniya [Gold-ore deposits of "black shale" type in the South Urals and the patterns of their location] // *Otechestvennaya geologiya*. 2006. № 4. P. 13–22 (In Russian).

Ivanov A.I. Rol' metamorficheskikh uslovii preobrazovaniya ugleorodistykh karbonatno-terrigennykh otlozhenii dlya formirovaniya zolotogo orudneniya na raznykh etapakh kollizionnoi epokhi razvitiya Baikalo-Patomskoi metallogenicheskoi provintsi [The role of metamorphic conditions for the conversion of carbonaceous carbonate-terrigeneous deposits for the formation of gold mineralization at different stages of the collisional era of the Baikal-Patom metallogenetic province] // *Otechestvennaya geologiya*. 2017. № 4. P. 3–23 (In Russian).

Knyazev Yu.G., Knyazeva O.Yu., Snachev V.I., Zhdanov A.V., Karimov T.R., Aidarov E.M., Masagutov R.Kh., Arslanova E.R. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. M 1:1000000 (tret'e pokolenie). Seriya Ural'skaya. List N40-Ufa: Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1000000 (third generation). Ural series. Sheet N40-Ufa]. SPb.: VSEGEI, 2013. 512 p. (In Russian).

Koroteev V.A., Sazonov V.N., Ogorodnikov V.N., Polenov Yu.A. Shovnye zony Urala kak integral'nye perspektivnye rudonosnye struktury [Ural suture zones as integral promising ore-bearing structures] // *Geologiya rudnykh mestorozhdenii*. 2009. № 2. P. 107–124 (In Russian).

Kovalev S.G., Timofeeva E.A. Pervye dannye po geokhimii i izotopii ugljeroda grafitovykh eklogitov maksyutovskogo kompleksa (Yuzhnyi Ural) [The first data on geochemistry and carbon isotopy of graphite eclogites of the Maksyutovo complex (Southern Urals)] // *Vestnik IG Komi NTs UrO RAN*. 2013. № 3. P. 8–11 (In Russian).

Kovalev S.G., Timofeeva V.A., Pindyurina E.O. Geokhimiya eklogitov maksyutovskogo kompleksa (Yuzhnyi Ural) i geneticheskaya priroda ikh protolitov [Geochemistry of the eclogites

of the Maksyutovo complex, Southern Urals, and genetic nature of their protoliths] // *Geokhimiya*. 2015. № 4. P. 299–327. doi.org/10.7868/s0016752515040044. (In Russian).

Kovalev S.G., Timofeeva E.A., Pindyurina E.O., Kovalev S.S. Geokhimiya i usloviya obrazovaniya eklogitov maksyutovskogo kompleksa [Geochemistry and conditions for the formation of eclogites of the Maksyutovo complex] // *Geologicheskii sbornik № 9 / IG USC RAS*. — Ufa: DizainPoligrafServis, 2011. P. 236–245 (In Russian).

Kozlov V.I., Patskov A.A. O tektonicheskoi prirode maksyutovskogo kompleksa zony Uraltau [On the tectonic nature of the Maksyutovo complex of the Uraltau zone] // *Tektonika i magmatizm Yuzhnogo Urala* [Tectonics and Magmatism of the Southern Urals]. M.: Nauka, 1974. P. 121–129 (In Russian).

Krinitiskii D.D., Krinitiskaya V.M. Ob otkrytii na yuge Bashkirii siluriiskikh otlozhenii sredi drevnikh tolshch zapadnogo sklona khrebtu Ural-Tau [On the discovery in the south of Bashkiria of Silurian deposits among the ancient strata of the western slope of the Ural-Tau ridge] // *Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Yuzhnogo Urala* [Materials on geology and minerals of the Southern Urals]. Is. 4. M.: Nedra, 1965. P. 37–39 (In Russian).

Leech M.L., Ernst W.G. Graphite pseudomorphs after diamond? A carbon isotope and spectroscopic study of graphite cuboids from the Maksyutov Complex, south Ural Mountains, Russia // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1998. V. 62. P. 2143–2154. doi.org/10.1016/s0016-7037(98)00142-2.

Leech M.L., Ernst W.G. Petrotectonic evolution of the high to ultrahigh-pressure Maksyutov Complex, Karayanova area, south Ural Mountains: structural and oxygen isotope constraints // *Lithos*. 2000. V. 52. P. 235–253. doi.org/10.1016/s0024-4937(99)00093-6.

Necheukhin V.M., Berlyand N.G., Puchkov V.N., Sokolov V.B. Glubinnoe stroenie, tektonika, metallogeniya Urala [Deep structure, tectonics, metallogeny of the Urals]. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1986. 106 p. (In Russian).

Ozhiganov D.G. Geologiya khrebtu Uraltau i raiona peridotitovogo massiva Yu. Kraka [Geology of the Uraltau Ridge and the Peridotite Array of the Southern Kraka] // Moscow: Gosgeolizdat, 1941. 103 p. (Trudy BTGU; Is. 12). (In Russian).

Puchkov V.N. Novye dannye po geologii Ural-Tau i problema ikh geodinamicheskoi interpretatsii [New data on the geology of Ural-Tau and the problem of their geodynamic interpretation] // *Ezhegodnik—1993 / IG USC RAS*. Ufa, 1994. P. 55–63 (In Russian).

Puchkov V.N. Paleogeodinamika Yuzhnogo i Srednego Urala [Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals]. Ufa: Dauriya, 2000. 146 p. (In Russian).

Puchkov V.N. Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and Urals (current issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)]. Ufa: DizainPoligrafServis, 2010. 280 p. (In Russian).

Rodionov V.Yu., Radchenko V.V. O stratigrafii paleozoiskikh otlozhenii vostochnogo kryla Zilairskogo sinklinoriya [On the stratigraphy of Paleozoic deposits of the eastern wing

of the Zilair synclinorium] // *Biostratigrafiya devona i karbona Urala* [Biostratigraphy of the Devonian and Carboniferous of the Urals]. Ufa: BSC UrO AS USSR, 1988. P. 15–22 (In Russian).

Sazonov V.N., Koroteev V.A., Ogorodnikov V.N., Polenov Yu.A., Velikanov A.Ya. Zoloto v «chernykh slantsakh» Urala [Gold in the Black Shale of the Urals] // *Litosfera*. 2011. № 4. P. 70–92 (In Russian).

Snachev V.I., Murkin V.P. Novye dannye po magmatizmu, metamorfizmu i metallogenii Kochkarskoi ploschadi (Yuzhnyi Ural) [New data on magmatism, metamorphism and metallogeny of Kochkarskaya area (Southern Urals)]: Preprint. Ufa, 1989. 23 p. (In Russian).

Snachev A.V., Snachev V.I., Romanovskaya M.A. Geologiya, petrogeokhimiya i rudonosnost' uglerodistykh otlozhenii Larinskogo kupola (Yuzhnyi Ural) [Geology, petrogeochemistry and ore-bearing carbonaceous deposits of the Larinsky dome (South Urals)] // *Vestnik Moskovskogo universiteta*. Ser. 4: Geologiya. 2015. No. 2. P. 58–67. doi.org/10.3103/s014587521502009x. (In Russian).

Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Khimicheskaya klassifikatsiya osadochnykh gornykh porod [Chemical classification of sedimentary rocks]. Syktyvkar: Komi fil. AS USSR, 1986. 34 p. (Ser. prepr. “Nauch. dokl.”; Is. 148). (In Russian).

Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Elementy-primesi v chernykh slantsakh [Impurity elements in black shales]. Ekaterinburg: UIF «Nauka», 1994. 304 p. (In Russian).

Zakharov O.A., Mavrinskaya T.M. Novye paleontologicheskie dannye o vozraste substrata metamorfita Uraltau [New paleontological data on the age of the metamorphic substrate Uraltau] // *Ezhegodnik—1993 / IG USC RAS*. Ufa, 1994. P. 19–20 (In Russian).

Zakharov O.A., Puchkov V.N. O tektonicheskoi prirode maksyutovskogo kompleksa zony Uraltau [On the tectonic nature of the Maksyutovo complex of the Uraltau zone]: Preprint. Ufa, 1994. 29 p. (In Russian).

Zakharov O.A., Puchkov V.N., Maslov V.A., Artyushkova O.V., Nurmukhametov E.M. Pervaya nakhodka paleozoiskoi fauny v «rifeiskikh» obrazovaniyakh kairaklinskoi svity maksyutovskogo kompleksa [The first find of the Paleozoic fauna in the “Riphean” formations of the Kairaklinsk Formation of the Maksyutovo complex] // *Obshchie problemy stratigrafii i geologicheskoi istorii rifeya Severnoi Evrazii* [Common problems of stratigraphy and geological history of Riphean of Northern Eurasia]. Ekaterinburg: UrO RAS, 1995. P. 32. (In Russian).

Zakharova A.A., Zakharov O.A. Usloviya formirovaniya sul'fidnogo orudeneniya v metamorfitaх zony Uraltau na Yuzhnom Urale [Conditions for the formation of sulfide mineralization in the metamorphic Uraltau zone in the southern Urals]: Preprint. Ufa, 1994. 38 p. (In Russian).

Znamenskii S.E., Znamenskaya N.M. Rudovmeshchayushchie transtensivnye dupleksy zoloto-kvartsevykh i zoloto-sul'fidno-kvartsevykh mestorozhdenii Yuzhnogo Urala [Ore-containing transtensive duplexes of gold-quartz and gold-sulphide-quartz deposits of the Southern Urals] // *Litosfera*. 2011. № 1. P. 94–105 (In Russian).

Сведения об авторах:

Сначёв Александр Владимирович, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: SAVant@rambler.ru

Нугуманова Язгуль Наилевна, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: jazgul-ice@yandex.ru

Савельев Дмитрий Евгеньевич, д-р геол.-мин. наук, проф. АНРБ, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: savl71@mail.ru

About the authors:

Snachev Akexander Vladimirovich, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: SAVant@rambler.ru

Nugumanova Yazgul Nailevna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: jazgul-ice@yandex.ru

Saveliev Dmitry Evgenievich, doctor of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: savl71@mail.ru