



Распределение рудообразующих элементов и минералов в объеме золоторудных объектов Западного Узбекистана

В. Д. Цой, С. С. Сайитов

Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов, Ташкент, Узбекистан; vtsoi@nbox.ru

Проанализированы минералого-геохимические свойства золоторудных месторождений Западного Узбекистана, характеризующихся многостадийностью и неоднородным строением по разрезу. В качестве критериев оценки месторождений использованы системы значений кларков концентрации (КК) рудообразующих элементов. Определены особенности распределения КК по градациям глубин и на этом основании оценены перспективы на золото глубоких горизонтов месторождений.

Ключевые слова: Узбекистан, золоторудные месторождения, распределение, минералого-геохимическая характеристика, оценка промышленных перспектив.

Distribution of ore-forming elements and minerals in gold objects of the Western Uzbekistan

V. D. Tsoy, S. S. Sayitov

Scientific Research Institute of Mineral Resources, Tashkent, Uzbekistan

We have analyzed the mineralogical and geochemical properties of gold ore deposits in the Western Uzbekistan, characterized by multi-stage and heterogeneous structure along the section. The systems of clark values for the concentration of ore-forming elements were used as criteria for assessing deposits. The features of CC distribution by depth gradations are determined and, on this basis, the prospects for gold in deep horizons of deposits are estimated.

Keywords: Uzbekistan, gold deposits, distribution, mineralogical and geochemical characteristics, assessment of industrial prospects.

Введение

Оценка рудных месторождений Западного Узбекистана в значительной степени зависит от определения перспектив их глубоких горизонтов. Для этого по материалам опробования канав, траншей и скважин было проанализировано пространственное распределение рудообразующих минералов и элементов. В статье приводятся результаты изучения четырех объектов — Джасаул, Янги-Давон, Тамдыбулак и Древний, локализованных в палеозойских толщах.

Методы исследования

В процессе исследований проводились документация рудоносных зон с отбором проб на различные анализы: описание шлифов, аншлифов; аналитическая сканирующая электронная микроскопия; рентгеновская дифрактометрия; минераграфический анализ для определения последовательности гипогенного минералообразования; выявление вертикальной зональности; определение перспектив объектов. Для выявления вертикальной зональности была разработана специальная методика, которую на примере участка Джасаул можно охарактеризовать следующим образом.

1. На рассматриваемом участке палеозойский фундамент перекрыт чехлом мезо-кайнозойских отложений. По данным бурения глубина погружения палеозойской толщи варьируется от 27 до более 280 м. В результате изучения руд, минерализованных и рудовме-

щающих пород, отобранных по скважинам, составлена следующая градация опробованных глубин: 27—80 м (40 проб); 80—130 м (78 проб); 130—180 м (27 проб); 180—230 м (24 проб); 230—280 м (29 проб); более 280 м (6 проб).

2. Содержания основных и попутных компонентов определялись спектральным анализом с просыпкой в лаборатории ГУ «ИМР» Госкомгеологии РУз. По результатам анализа для каждой градации глубин подсчитаны средние содержания рудогенных элементов, которые были нормированы на их кларк в земной коре (по А. П. Виноградову). На основе кларков концентрации (КК) были выведены геохимические последовательности убывания содержаний продуктивных элементов.

3. Выведенные геохимические последовательности сопоставлялись с типовой схемой зональности гипогенного минералообразования на территории Узбекистана.

4. На основании данных о характере пространственного распределения рудообразующих элементов и минералов в объеме разведываемых золоторудных объектов проведена оценка промышленных перспектив глубоких горизонтов.

Обсуждение результатов

Участок Джасаул расположен в горах Бельтау. Рудоносные зоны приурочены к местам интенсивного

Для цитирования: Цой В. Д., Сайитов С. С. Распределение рудообразующих элементов и минералов в объеме золоторудных объектов Западного Узбекистана // Вестник геонаук. 2023. 2(338). С. 10–25. DOI: 10.19110/geov.2023.2.2

For citation: Tsoy V. D., Sayitov S. S. Distribution of ore-forming elements and minerals in gold objects of the Western Uzbekistan. Vestnik of Geosciences, 2023, 2(338), pp. 10–25, doi: 10.19110/geov.2023.2.2

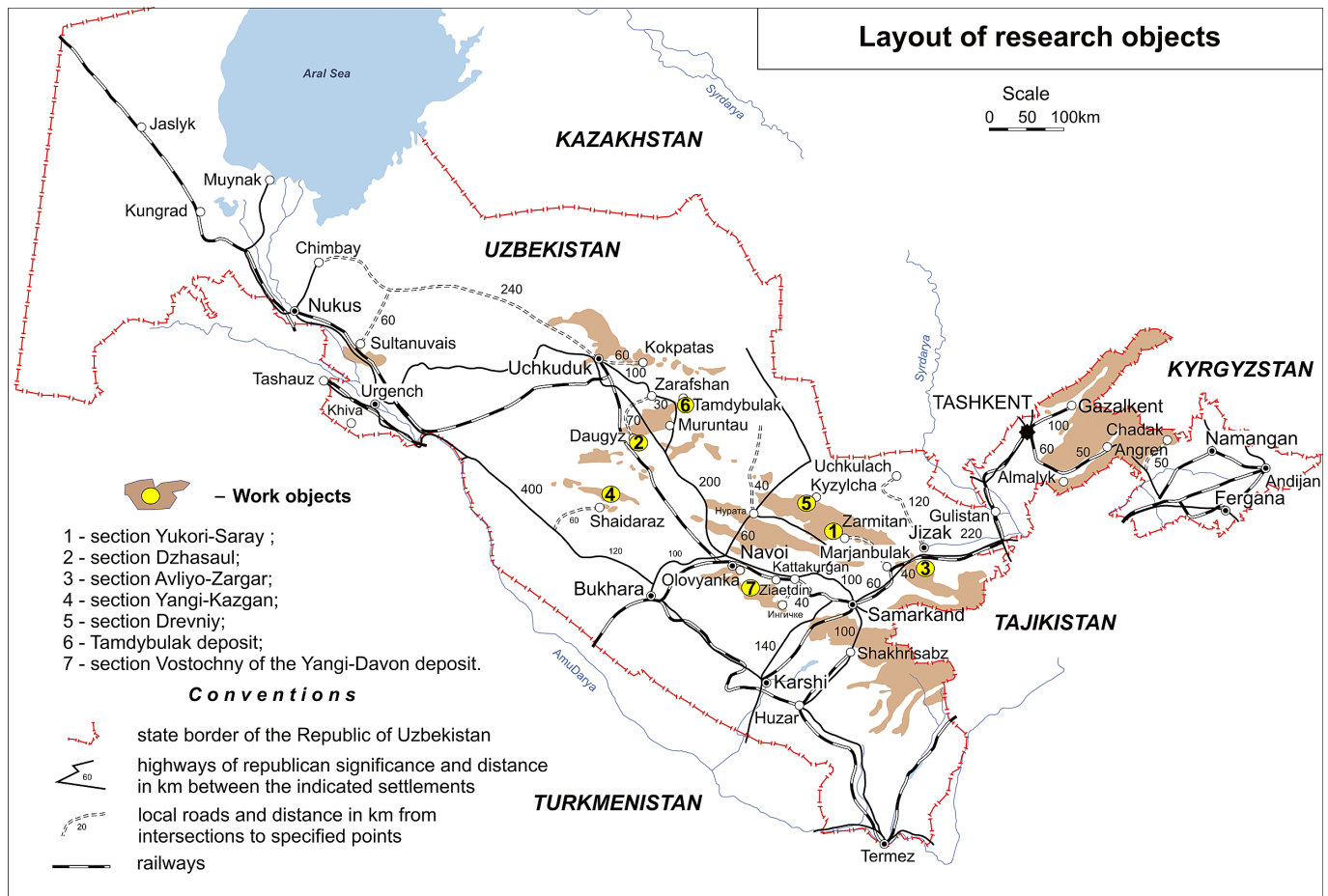


Рис. 1. Обзорная карта расположения объектов исследований

Fig. 1. General map of the location of research objects

дробления и смятия в отложениях рохатской (O_{1-2} rh) и мурунской (O_3) свит, находящихся под мезокайнозойским чехлом мощностью 55–70 м. Содержание золота в них колеблется от 1.1 до 22.5 г/т, а серебра — от 0.9 до 1225 г/т.

В табл. 1 приведены значения КК рудообразующих элементов на различных глубинах. Геохимические ряды, выведенные по убыванию значений КК, показаны в табл. 2, 3. Они иллюстрируют закономерности распределения золото-пирит-арсенопиритовой, золотосеребряной, альбит-шеелитовой и галенит-блеклорудной продуктивных минерализаций. Выявленные и охарактеризованные минеральные парагенезисы на изученном участке вполне согласуются с ранее полученными результатами комплексных минералогических исследований (Алимов и др., 2016а, 2016б; Королёва и др., 2018; Мурунтау, 1998; Цой, 1998; Цой и др., 2011, 2014, 2016, 2018, 2021, 2022; Tsoy, 2016).

Участки Джасаул, Янги-Давон, Тамдыбулак, Древний были по минералого-геохимическим свойствам сопоставлены с эталонными объектами, сходными по геолого-промышленному типу: Мурунтау, Аджибугут, Каракутан, Пистали, Таушан, Балпантау (табл. 4). В составе главных рудных минералов на всех исследованных нами участках в значительной концентрации присутствуют самородное золото, пирит и арсенопирит, объединяющиеся в единую золото-пирит-арсенопиритовую парагенетическую ассоциацию. Последняя характерна для золотокварцевого геолого-промышленного типа рудных месторождений. Исключением

из этого ряда является участок Джасаул, где кроме золото-пирит-арсенопиритовой присутствует сульфосолюно-серебряная минерализация. В целом этот участок можно отнести к золотосеребряному объекту. На участке Древний в отдельных пробах также отмечается серебряная минерализация.

Рассмотрим выявленные минеральные ассоциации изученных участков, их положение в схеме гипогенного минералообразования, разработанной для эталонных объектов (табл. 3, 4).

Рудные минеральные ассоциации начинаются с ранней *оксидной стадии* образования магнетит-гематитовой ассоциации, которая проявлена на всех участках и эталонных золоторудных объектах. Далее идет *стадия вольфрамов* с альбит-шеелитовой ассоциацией, которая проявилась на участке Древнем и эталонных золоторудных объектах. Последующая *ранне-сульфидная стадия* представлена кварц-молибденитовой, халькопирит-пирротиновой, золото-пирит-арсенопиритовой и халькопирит-висмутовой ассоциациями. Признаки кварц-молибденитовой ассоциации на исследованных участках не обнаружены, халькопирит-пирротиновая ассоциация выявлена повсеместно. Золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация является наиболее продуктивной на всех участках и эталонных объектах. Халькопирит-висмутовая ассоциация отмечается только на участке Древний и эталонном месторождении Мурунтау. *Полиметаллическая стадия*, характерная для всех изученных участков и эталонных объектов, представлена сфалерит-халькопирит-

Таблица 1. Кларки концентраций рудообразующих элементов на различных глубинах участка Джасаул

Table 1. Clarke concentrations of ore-forming elements at different depths of the Jasaул area

Глубина, м Depth, m	Ba	Be	V	W	Ga	Ge	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	As	Ni	Sn	Pb	Ag	Sb	Ti	Cr	Zn	Au	Nb	Li
27–80 40 проб / 40 samples	0.62	0.43	2.51	12.05	1.31	0.90	3.85	1.11	1.01	0.62	4.47	770.0	0.14	1.41	2.43	124.29	115.79	0.87	0.91	0.7	87.66	0.74	1.44
80–130 78 проб / 78 samples	0.41	0.50	2.93	21.76	1.42	2.30	3.85	1.31	0.81	0.73	2.56	2041.43	0.06	1.46	5.29	526.47	136.57	1,0	2.0	1.65	356.27	0.48	1.33
130–180 27 проб / 27 samples	0.28	0.47	2.,44	16.0	1.30	1.57	3.85	0.99	0.86	0.47	1.62	1398.66	0.07	1.26	3.08	107.33	135.20	0.92	1.86	1.34	172.63	0.45	1.20
180–230 24 проб / 24 samples	0.53	0.46	2.,37	19.17	1.47	1.46	3.85	1.35	1.0	0.43	2.09	2779.41	0.06	1.27	3.70	234.66	59.17	0.99	1.23	1.17	227.23	0.60	1.07
230–280 26 проб / 26 samples	0.39	0.38	2.22	23.40	1.28	1.33	3.85	1.05	1.21	0.40	1.99	1152.94	0.05	1.2	3.41	345.17	62.07	0.94	0.99	0.99	396.95	0.48	0.88
> 280 6 проб / 6 samples	0.17	0.39	2.13	24.36	0.92	1.01	3.85	0.55	1.03	0.44	1.36	2737.25	0.05	1.2	2.19	87.38	50.00	1.11	2.19	0.98	670.54	0.68	0.76

Таблица 2. Ряды убывания значений КК по градам глубин участка Джасаул

Table 2. Decreasing series of CC values by depth gradations of the Jasaул area

Горизонты Horizons	Геохимические ряды Geochemical series
27–80 м	As > Ag > Sb > Au > W > Mo
80–130 м	As > Ag > Au > Sb > W > Pb > Mo
130–180 м	As > Au > Sb > Ag > W > Pb
180–230 м	As > Ag > Au > Sb > W > Cd > Pb > Mo
230–280 м	As > Au > Ag > Sb > W > Cd > Pb
> 280 м	As > Au > Ag > Sb > W > Cd > Pb



Таблица 3. Сводная схема гипогенного минералообразования в рудных месторождениях Узбекистана
Table 3. Summary scheme of hypogene mineral formation in ore deposits of Uzbekistan

Этапы Stages	Стадии Phase	Минеральные ассоциации Mineral associations	Типоморфные минералы (продуктивные выделены шрифтом) Typomorphic minerals (productive ones are in bold)	Объекты Objects	
Гидротермальный Hydrothermal	Карбонатно-силикатная Carbonate-silicate	Карбонат-кварцевая Carbonate-quartz	Кварц, кальцит Quartz, calcite	1–8	
	Карбонатно-фторидная Carbonate-fluoride	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая Quartz-calcite-barite-fluorite	Кальцит, кварц, барит, флюорит, целестин Calcite, quartz, barite, fluorite, celestite	1–8	
	Сурьмяная Antimony	Кварц-стибнитовая Quartz-stibnite	Кварц, стибнит , сурьма самородная, кальцит, киноварь Quartz, stibnite , native antimony, calcite, cinnabar	1, 3, 6, 8	
	Сульфатная Sulfate	Кварц-барит-галенитовая Quartz-barite-galena	Галенит, барит, целестин, халькопирит, кварц, кальцит Galena, barite, celestite, chalcopryrite, quartz, calcite	1–5, 7, 8	
	Позднеоксидная Late oxide	Кварц-гематитовая Quartz-hematite	Кварц, гематит , кальцит, хлорит Quartz, hematite , calcite, chlorite	1–8	
	Золотосеребряная Gold-silver	Собственно серебряная Proper silver	Золотосеребряная Gold-silver	Серебро самородное , пираргирит, хлораргирит, полибазит , аргентит , манганкальцит, халькопирит, блеклая руда Native silver , pyrargyrite, chlorargyrite, manganalcite, chalcopryrite, fahlore	1, 3, 4, 6–8
				Золото , борнит , халькозин , кюстелит, халькопирит , кварц, кальцит, электрум Gold , bornite , chalcocine , kustelite, chalcopryrite, quartz, calcite, electrum	1, 3, 4, 7, 8
				Золото , гессит , калаверит , алтаит , ильванит , петцит Gold , hessite , calaverite , altaite , sylvanite , petzite	1, 6–8
				Тетрадимит , теллуровисмутит , халькопирит, жозеит, бурнонит, джемсонит Tetradymite , tellurobismuthite , chalcopryrite, joseite, bournonite, jamsonite	1
	Полиметаллическая Polymetallic	Галенит-блеклорудная Galena-fahlore	Галенит-блеклорудная Galena-fahlore	Галенит , блеклая руда , сфалерит , кварц, кальцит Galena , fahlore , sphalerite , quartz, calcite	1, 3–6, 8
				Сфалерит , халькопирит , галенит , кальцит, хлорит Sphalerite , chalcopryrite , galena , calcite, chlorite	1–8
	Раннесульфидная Early sulfide	Халькопирит-висмутовая chalcopryrite-bismuth	Халькопирит-висмутовая chalcopryrite-bismuth	Халькопирит , висмутин , виттихенит, эмплектит, борнит , висмут самородный , гладит , бенжаминит Chalcopryrite , bismuthine , wittikhenite, emplectite, bornite , native bismuth , ironite, benjaminite	1, 3, 8
				Кварц, пирит , арсенопирит , золото, кобальтин, энаргит, леллингит Quartz, pyrite , arsenopyrite , gold, cobaltite, enargite, lellingite	1–8
				Пирротин , халькопирит , марказит Pyrrothite , chalcopryrite , marcasite	1–8
				Кварц, молибденит , пирит, шеелит, халькопирит Quartz, molybdenite , pyrite, scheelite, chalcopryrite	нет none



Этапы Stages	Стадии Phase	Минеральные ассоциации Mineral associations	Типоморфные минералы (продуктивные выделены шрифтом) Typomorphic minerals (productive ones are in bold)	Объекты Objects
Гидротермальный Hydrothermal	Вольфраматовая Tungsten	Альбит-шеелитовая Albite-scheelite	Кварц, альбит, шеелит, мусковит, кальцит Quartz, albite, scheelite, muscovite, calcite	1, 4, 6, 7
	Раннеоксидная Early oxide	Магнетит-гематитовая Magnetite-hematite	Гематит, магнетит, пирит , эпидот, серпентин Hematite, magnetite, pyrite , epidote, serpentine	1—8
	Силикатно-карбонатная Silicate-carbonate	Карбонат-кварц-хлоритовая Carbonate-quartz-chlorite	Кварц, хлорит, гематит, пирит Quartz, chlorite, hematite, pyrite	1—8
Пневмато-гидротермальный Pneumatic-hydrothermal	Водных силикатов Hydrous silicates	Кварц-серицитовая Quartz-sericite	Кварц, мусковит, касситерит, олово самородное Quartz, muscovite, cassiterite, native tin	1—8
		Кварц-турмалиновая Quartz-tourmaline	Кварц, турмалин Quartz, tourmaline	1, 2, 4, 5
		Эпидот-амфиболовая Epidote-amphibole	Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз Epidote, actinolite, tremolite, orthoclase	1—7
	Безводных силикатов Anhydrous silicates	Волластонит-родонитовая Wollastonite-rhodonite	Бустамит, родонит, волластонит Bustamite, rhodonite, wollastonite	8
		Гранат-пироксеновая Garnet-pyroxene	Пироксен, гранат, магнетит Pyroxene, garnet, magnetite	1, 2, 4, 8

Примечание. Месторождения, участки: 1 — Мурунтау, 2 — Тамдыбулак, 3 — Джасаул, 4 — Аджибугут, 5 — Янги-Давон, 6 — Каракутан (Тилля-таг), 7 — Древний, 8 — Нукракон.

Note. Deposits, areas: 1 — Muruntau, 2 — Tamdybulak, 3 — Dzhasaul, 4 — Adzhibugut, 5 — Yangi-Davon, 6 — Karakutan (Tilla-tag), 7 — Drevny, 8 — Nukrakon.

галенитовой и галенит-блеклорудной ассоциациями. К *золотосеребряной стадии* отнесены тетрадимит-теллуросмистовая (на эталонных Мурунтау, Каракутан), золотогесситовая (на участке Древний), золотосеребряная (на участках Джасаул, Древний) и собственно серебряная (на участках Джасаул, Древний) ассоциации. *Поздняя оксидная стадия* с кварц-гематитовой ассоциацией и *сульфатная стадия* с кварц-барит-галенитовой ассоциацией отмечены на всех участках. *Сурьмяная стадия* с кварц-антимонитовой ассоциацией проявлена на участке Джасаул и эталонных месторождениях Мурунтау и Каракутан. *Карбонатно-фторидная стадия* с кварц-кальцит-барит-флюоритовой ассоциацией проявилась фрагментарно в виде барита на изученных участках и в виде флюорита на месторождении Аджибугут.

Анализ распределения КК золота участка Джасаул показал наличие двух максимумов (пиков) на глубине 280—330 и 80—130 м. Первый пик связан с проявлением ранней золото-пирит-арсенопиритовой ассоциации, второй пик концентрации золота обусловлен золотосеребряной стадией с золотогесситовой, золотосеребряной и собственно серебряной парагенетической минеральной ассоциации (ПМА). Для серебра также установлены два пика КК. Более слабый первый пик связан с ранними парагенетическими минеральными ассоциациями. Второй пик соответствует более поздней золотосеребряной и собственно серебряной минеральной ассоциациям, образовавшимся на золото-серебряной стадии. По данным минералогических исследований установлено широкое распространение сульфидантимонидов серебра, реже антимонита. С глубиной кларк концентрации сурьмы резко уменьшает-

ся, так как сурьма — характерный элемент именно верхних рудных срезов.

Корреляционный анализ содержаний элементов также показал сильные взаимосвязи между содержаниями золота, вольфрама и мышьяка.

Высокие положительные коэффициенты корреляции между содержаниями золота и вольфрама объясняются связью этих элементов с более ранними парагенетическими минеральными ассоциациями: золото-пирит-арсенопиритовой и альбит-шеелитовой.

Кларки концентраций золота и серебра взаимозависимы друг от друга. Но на глубине более 280 м показатель кларка концентрации серебра резко уменьшается, а для золота отмечается резкое повышение кларка концентрации. Это объясняется тем, что серебро связано с более поздними золотосеребряной и собственно серебряной ассоциациями, а золото — с ранней пирит-арсенопиритовой.

В целом на участке Джасаул рудообразующие элементы геохимического ряда располагаются в соответствии со стадийностью гипогенного минералообразования, осложняясь местами минеральным телескопированием.

Месторождение Янги-Давон и его участок **Восточный** расположены в Зиаэтдинском рудном поле, которое сложено метаморфизованными эффузивно-терригенными отложениями катармайской свиты. В отложения последней внедрены мелкие штоки, дайки магматических пород среднего и кислого состава. Непосредственно на месторождении Янги-Давон закартированы отложения третьей и четвертой подсвит. Эффузивно-терригенные отложения третьей подсвиты

Таблица 4. Сравнительная минералого-геохимическая характеристика изученных участков и эталонных месторождений
Table 4. Comparative mineralogical and geochemical characteristics of the studied areas and reference deposits

Объекты Objects	Рудовмещающие породы Host rocks	Геологический тип Geological industrial type	Первичные рудные минералы / Primary ore minerals		Гипергенные минералы Hypergene minerals	Ценные компоненты Valuable components	
			Основные Main	Второстепенные Secondary		Основные Main	Получные Associated
Джасаул (Бельтау) Dzhasaul (Beltau)	Метатерригенные породы (углеродистые песчаники, алевролиты, сланцы) Metaterigenous rocks (carbonaceous sandstones, siltstones, shales)	Золотосеребряный Gold-silver	Пирит, арсенопирит, золото, кюстелит, серебро, сульфосоли серебра (полиаргирит, буланжерит, тетраэдрит, полибазит) Pyrite, arsenopyrite, gold, kustelite, silver, silver sulfosalts (polyargyrite, boulangerite, tetrahedrite, polybasite)	Галенит, науманнит, клаусталит, сфалерит, халькопирит, магнетит, марказит, тетраэдрит, пирротин, кубанит, антимонит, ильменит, фрейслебенин, магнетит, диафорит, рутил Galena, naumannite, cloustalite, sphalerite, chalcopyrite, magnetite, marcasite, tetrahedrite, pyrrothite, cubanite, antimonite, ilmenite, freislebenite, magnetite, diaphorite, rutile	Гетит, гидрогетит, скородит, гематит, халькозин, ковеллин Goethite, hydrogoethite, scorodite, hematite, chalcocite, covellite	Ag, Au	Se, Te, Sb
Нукракон (Бельтау) Nukrakon (Beltau)	--/--	--/--	Пирит, арсенопирит, акантит, полибазит, миаргирит, пираргирит, фрейберит, серебро, золото, электрум Pyrite, arsenopyrite, acanthite, polybasite, miargyrite, pyrargyrite, freibergite, silver, gold, electrum	Халькопирит, пирротин, марказит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, антимонит, науманнит, гессит, рутил, стефанит, ковеллин, халькозин, борнит, штрουμεйерит, магнетит, халькостибит, андорит, аргентопирит, касситерит, ильменит, анагиз и др. Chalcopyrite, pyrrothite, marcasite, sphalerite, galena, tetrahedrite, antimonite, naumannite, hessite, rutile, stephanite, covellite, chalcocite, bornite, stromeyerite, magnetite, chalcostibite, andorite, argentopyrite, cassiterite, ilmenite, anatase, etc.	Гетит, гидрогетит, сурик, иод-аргирит, цинкенин, гидроксаманит, мелантерит, миметезит, тунгстит, бирюза, гидротальцит, гематит, брусит Goethite, hydrogoethite, minium, iodine-argyrite, zincenite, hydroxymangite, melanterite, mimetezite, tungstite, turquoise, hydrotalcite, hematite, brucite	Ag, Au	Se, Te, S, Sb
Древний (Северный Нуратау) Drevny (Northern Nuratau)	Терригенно-осадочные породы: кварц-слюдис- тые, слюдисто-кварце- вые и углеродистые сланцы, метаалевролиты, метапесчаники Terrigenous-sedimentary rocks: quartz-micaceous, micaceous-quartz shales and carbonaceous metasandstones	Убого и мало- сульфидный золото-кварц- сульфидный Poorly low- sulfide gold- quartz-sulfide	Пирит, арсенопирит, золото самородное, электрум, серебро Pyrite, arsenopyrite, native gold, electrum, silver	Пирротин, марказит, галенит, сфалерит, халькопирит, борнит, медь, фрейберит, стефанит, акантит, миаргирит, гессит, полибазит, штрουμεйерит, андорит, молибденит, блеклая руда, пирролузит, вольфрамит, ильменит, рутил, шеелит Pyrrothite, marcasite, galena, sphalerite, chalcopyrite, bornite, copper, freibergite, stephanite, acanthite, miargyrite, hessite, polybasite, stromeyerite, andorite, molybdenite, fahllore, pyrolusite, wolframite, ilmenite, rutile, scheelite	Гетит, лимонит (охры), скородит, ярозит, глинистые минералы, кераргирит, бромирит, ковеллин, халькозин, медная зелень, повеллит, гематит, псиломан, массивот Goethite, limonite (ocher), scorodite, jarosite, clay minerals, kerargyrite, bromyrite, covellite, chalcocine, copper green, powellite, hematite, psilomelane, massicot	Au, Ag	Se, Te

Продолжение таблицы 4 / Continuation of table 4

Объекты Objects	Рудовмещающие породы Host rocks	Геолого-промышленный тип Geological industrial type	Первичные рудные минералы / Primary ore minerals		Гипергенные минералы Hypergene minerals	Ценные компоненты Valuable components	
			Основные Main	Второстепенные Secondary		Основные Main	Полугенные Associated
Пистали (Северный Нуратау) Pistali (Northern Nuratau)	Осадочно-метаморфизованные породы: слюдито-кварцевые и мусковит-серпичитовые сланцы, метаалевролиты, метапесчаники, кварциты Sedimentary-metamorphosed rocks: mica-quartz schists, metasiltstones, metasandstones, quartzites	--	Пирит, марказит, мельниковит-пирит, арсенопирит, золото самородное Pyrite, marcasite, melnikovite-pyrite, arsenopyrite, native gold	Халькопирит, галенит, пирротин, марказит, рутил Chalcopyrite, galena, pyrrhotite, marcasite, rutile	Гетит, лимонит, скородит, гематит, ковеллин, халькозин, кераргирит Goethite, limonite, scorodite, hematite, covellite, chalcocite, kerargyrite	Au, Ag	не опр. n/d
Восточный Янги-Давон (Зиаэтин) East Yangi-Davon (Ziaetdin)	Вулканогенно-терригенные образования Volcanic-terrigenous formations	--	Золото, пирит, арсенопирит Gold, pyrite, arsenopyrite	Халькопирит, блеклая руда, галенит, сфалерит, пирротин, магнетит, рутил, ильменит Chalcopyrite, fahlore, galena, sphalerite, pyrrhotite, magnetite, rutile, ilmenite	Гетит, халькозин, гематит, скородит, ярозит Goethite, chalcosine, hematite, scorodite, jarosite	Au, Ag	Se, Te, W
Каракутан (Зиаэтин) Karakutan (Ziaetdin)	--	--	Золото самородное, пирит, арсенопирит, электрум Native gold, pyrite, arsenopyrite, electrum	Галенит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит, антимонит, джемсонит, буланжерит, пирротин, леллинит, калаверит, креннерит, сльванит, энаргит (?), шеелит Galena, sphalerite, chalcopyrite, tetrahedrite, antimonite, jamsonite, boulangerite, pyrrhotite, lellingite, calaverite, krennerite, sylvanite, enargite (?), scheelite	Гидроксиды железа, скородит, миметезит, кераргирит, англезит, ярозит, церуссит, крокоит, хризоколла, ковеллин, халькозин, урановые слюдки, вульфенит Iron hydroxides, scorodite, mimetosite, kerargyrite, anglesite, jarosite, cerussite, crocoite, chrysocholla, covellite, chalcocite, uranium mica, wulfenite	Au, Ag	Se, Te, W
Тамдыбулак (Тамдытау) Tamydybulak (Tamydtau)	--	--	Пирит, арсенопирит, золото Pyrite, arsenopyrite, gold	Рутил, ильменит, магнетит, халькопирит, галенит, сфалерит, мельниковит, магнетит, сульфосоли свинца, энаргит, марказит, пирротин Rutile, ilmenite, magnetite, chalcopyrite, galena, sphalerite, melnikovite, magnetite, lead sulfosalts, enargite, marcasite, pyrrhotite	Гидроксиды железа, ярозит, псиломелан, гематит, медная зелень, англезит, борнит, халькозин Iron hydroxides, jarosite, psilomelane, hematite, copper green, anglesite, bornite, chalcosine	Au, Ag	Sb, W
Балпангау (Тамдытау) Balpantau (Tamydtau)	--	--	Золото самородное, пирит, арсенопирит, халькопирит Native gold, pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite	Сфалерит, галенит, марказит, блеклая руда, рутил, ильменит, магнетит Sphalerite, galena, marcasite, fahlore, rutile, ilmenite, magnetite	Гидроксиды железа, халькозин Iron hydroxides, chalcosine	Au, Ag	не опр.

Мурунтау (Тамдынтау) Muruntau (Tamyntau)	Осадочно-метаморфогенные, вулканогенно-осадочные, осадочные образования Sedimentary-metamorphogenic, volcanogenic-sedimentary, sedimentary formations	Золото-кварцевый Gold-quartz	Золото самородное, пирит, арсенопирит Native gold, pyrite, arsenopyrite	Марказит, пирротин, халькопирит, шее-лит, антимонит, сфалерит, галенит, вис-мутин, самородный висмут, киноварь, миаргирит, тетраэдрит, теллуриды золота, пираргирит, самородное серебро, вольфрамит, акантит, галеновисмутит, айкинит, полибазит, кобеллит, тетрадимит Marcasite, pyrrhotine, chalcopyrite, scheelite, antimonite, sphalerite, galena, bismuthine, native bismuth, cinnabar, miargyrite, tetraedrite, gold tellurides, pyrargyrite, native silver, wolframite, asanthite, galenobismuthite, aikinite, polybasite, cobellite, tetradymite	Гетит, лимонит, скородит, питтицит, смитсонит, церуссит, ковеллит, малахит, гематит, ярозит, пирролизит Goethite, limonite, scorodite, pitticite, smithsonite, cerussite, covellite, malachite, hematite, jarosite, pyrolusite	Au, Ag W, Sb, Bi, Te
Аджибугут (Ауминзатау) Adzhibugut (Auminzatau)	Терригенно-осадочные породы: кварц-сланцистые, слюдясто-кварцевые и углеродистые сланцы, метаалевролиты, метапесчаники Terrigenous-sedimentary rocks: quartz-micaceous, micaceous-quartz and carbonaceous shales, metasiltstones, metasandstones	--	Золото, серебро, пирит, арсенопирит Gold, silver, pyrite, arsenopyrite	Халькопирит, марказит, пирротин, сфалерит, блеклая руда, шеелит, галенит, акантит, бурнонит, ковеллин, магнетит, полибазит, буланжерит, джемсонит, мельниковит-пирит Chalcopyrite, marcasite, pyrrhotite, sphalerite, fahlore, scheelite, galena, asanthite, bournonite, covellite, magnetite, polybasite, boulangierite, jamsonite, melnikovite-pyrite	Гетит, гидрогетит, лимонит, ярозит, кераргирит, иодидит, скородит Goethite, hydrogoethite, limonite, jarosite, kerargyrite, iodirite, scorodite	W, Cu, Sb
Янги-Казган (Кульджуктау) Yangi-Kazgan (Kuljukttau)	Осадочно-терригенные отложения: алевролиты, песчаники, кварц-серцитовые, кварц-хлорит-серцитовые, кварц-полевошпат-сланцистые сланцы Sedimentary-terrigenous deposits: siltstones, sandstones, quartz-sericite, quartz-chlorite-sericite, quartz-feldspar-mica schists	--	Золото самородное, пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит, сфалерит, антимонит Native gold, pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, antimonite	Марказит, пирротин, акантит, шеелит, полибазит, тессит, тетрадимит, бурнонит, халькостибит, медь, железо-магнетит, ильменит, рутил Marcasite, pyrrhotite, asanthite, scheelite, polybasite, hessite, tetradymite, bournonite, chalcostibite, copper, iron, magnetite, ilmenite, rutile	Гидроксиды железа (гетит, лимонит), скородит, глинистые минералы, барит, целестин Iron hydroxides (goethite, limonite), scorodite, clay minerals, barite, celestine	Au, Ag Sb

Окончание таблицы 4 / End of Table 4

Объекты Objects	Рудовмещающие породы Host rocks	Геолого- промы- шленный тип Geological industrial type	Первичные рудные минералы / Primary ore minerals		Гипергенные минералы Hypergene minerals	Ценные компоненты Valuable components	
			Основные Main	Второстепенные Secondary		Основные Main	Получные Associated
Авлиё- Заргар, (Мальгу- зар) Avliyo- Zargar, (Malguzar)	Метатерригенные осадочные образования: песчаники, алевролиты, аргиллиты, сланцы Metaterrigenous-sedimentary formations: sandstones, siltstones, mudstones, shales	-- --	Золото самородное, серебро самородное, акантит, электрум, пирит, арсенопирит Native gold, native silver, acanthite, electrum, pyrite, arsenopyrite	Халькопирит, пиrolозит, ильменит, сфалерит, галенит, блеклая руда, акантит, магнетит, шеелит, рутил, антимонит Chalcopyrite, pyrolusite, ilmenite, sphalerite, galena, fahlrore, acanthite, magnetite, scheelite, rutile, antimonite	Гидроксиды железа, скородит, псиломелан, манганит, пиrolозит, гематит, ковеллин, халькозин, ярозит, скородит, англезит, массивот, ReO ₃ , куприт, валентинит Iron hydroxides, scorodite, psilomelane, manganite, pyrolusite, hematite, covellite, chalcosine, jarosite, scorodite, anglesite, massicot, ReO ₃ , cuprite, valentinite	Au, Ag Mn, Sb	
Юкары- Сарай (Сев. Нуратау) Yukary-Saray (Northern Nuratau)	Интрузивные образования intrusive formations	Золото квар- цевый Gold-quartz	Золото самородное, серебро, пирит, арсенопирит, магнетит, шеелит Native gold, silver, pyrite, arsenopyrite, magnetite, scheelite.	Халькопирит, борнит, марказит, пирро- тин, сфалерит, галенит, тетрадимит, железо, полибазит, пираргирит, тетраэдрит, родостаннин, висмутит, ильменит, рутил Chalcopyrite, bornite, marcasite, pyrrhotite, sphalerite, galena, tetradymite, iron, polybasite, pyrargyrite, tetrahedrite, rhodostannin, bismuthite, ilmenite, rutile	Гидроксиды железа (гётит, гидрогётит), скородит, гематит, смитсонит, англезит, ковеллин Iron hydroxides (goethite, hydrogoethite), scorodite, hematite, smithsonite, anglesite, covellite	Au, Ag W, Sb	
Чармитан, Гужумсай (Сев. Нуратау) Charmitan, Gujumsai (Northern Nuratau)	Интрузивные и вулканогенно- осадочные образования (граносиениты, сланцы, алевролиты) Intrusive and volcanogenic- sedimentary formations (granosyenites, shales, siltstones)	-- --	Золото самородное, электрум, кюстелит, арсенопирит, пирит, шеелит, теллуриды золота, гессит, галенит, сфалерит, пирротин Native gold, electrum, kustelite, arsenopyrite, pyrite, scheelite, gold tellurides, hessite, galena, sphalerite, pyrrhotite	Антимонит, мальдонит, хедлейит, пирротин, блеклая руда, висмутин, магнетит, вольфрамит Antimonite, maldonite, hedleyite, pyrrhotite, fahlrore, bismuthine, magnetite, wolframite	Гидроксиды железа, ковеллин, гематит, ярозит, халькозин Iron hydroxides, covellite, hematite, jarosite, chalcosine	Au, Ag W, Sb, Te, Bi	



представлены прослоями и линзами мраморизованных доломитистых известняков, сменяющихся на глубину рассланцованными эффузивами основного состава и окварцованными сланцами с прослоями эффузивов. В состав четвертой подсвиты входят монотонные слюдисто-полевошпат-кварцевые и слюдисто-кварц-полевошпатовые сланцы, согласно залегающие на отложениях третьей подсвиты.

В оруденении на участке Янги-Давон (табл. 5) выявлены следующие ряды убывания значений КК по градациям глубин (табл. 6). Здесь широко проявлена золото-пирит-арсенопиритовая минеральная ассоциация. На всех глубинах от 0 до 240 м кларки концентрации (КК) мышьяка изменяются от 992.98 до 3882.35, т. е. наблюдается нарастание значений КК с глубиной. На втором месте в геохимическом ряду стоит сурьма, которая, видимо, связана с сульфосолями серебра золото-серебряной стадии и кварц-антимонитовой ассоциацией. В интервале глубин от 0 до 240 м КК золота изменяется от 34.9 до 78.5. Пик КК Au на глубине 120 м не имеет аналогов, кроме как у As. Отсюда следует, что основная продуктивная на золото ассоциация на всех глубинах — золото-пирит-арсенопиритовая. Третье место в геохимическом ряду занимает серебро и лишь в одном интервале (до 120 м) — золото. Значения КК серебра варьируют от 36.3 до 280. Максимальное значение отмечается на глубине 240 м, т. е. с глубиной роль серебра в рудах растет, как и золота. На глубоких горизонтах, в интервалах до 240 м отмечаются значения КК вольфрама от 22.3 до 43.8. Рост КК вольфрама связан развитием альбит-шеелитовой ассоциации, которая предвещает первую продуктивную золото-пирит-арсенопиритовую ассоциацию.

Повышенные КК золота, серебра, мышьяка, сурьмы, свинца и вольфрама достигаются к глубине 240 м, что указывает на длительность процесса рудообразования, начавшегося с образования альбит-шеелитовой, золото-пирит-арсенопиритовой, галенит-блекло-рудной ассоциаций и закончившегося образованием кварц-антимонитовой ассоциации. Выявленные минералы указаны в табл. 4.

В целом на участке Янги-Давон рудообразующие элементы геохимического ряда располагаются в соответствии со стадийностью гипогенного минералообразования, осложненной местами проявлением телескопирования.

Месторождение Тамдыбулак расположено на северном склоне гор Тамдытау. В геологическом строении месторождения в основном принимают участие породы косбулакской свиты, низы которой сложены гравелитами, песчаниками, алевролитами, сланцами, а верхи — эффузивами. По результатам химических анализов и петрографическим описаниям выделяются базальты, андезибазальты и андезиты. Меньшим развитием пользуются образования коскудукской (кынгырской) свиты и реликты карбонатных пород девон-карбонного возраста. Косбулакская свита является основной рудовмещающей для золотого оруденения. Породы свиты прорваны дайками диоритовых порфиров. Жильная минерализация представлена кварцевыми жилами, часто с сульфидами и самородным золотом.

Для участка Тамдыбулак получены данные по значениям КК рудных элементов (табл. 7) и выведены по-

следовательности их снижения по градациям глубин (рис. 8). На этом участке широко проявлена золото-пирит-арсенопиритовая минеральная ассоциация (табл. 3). На всех глубинах в диапазоне 0—180 м значения КК мышьяка варьируют от 136.8 до 2213.2 с повышением до 1839.3 на глубине 60 м и далее до максимума. То есть степень проявления золото-пирит-арсенопиритового оруденения возрастает с глубиной. Это подтверждается и распределением значений КК золота. В направлении на глубину растет значение КК серебра.

Повышенные КК сурьмы на всех глубинах Тамдыбулака связываются с антимонитом, сульфосолями и блеклой рудой, объединенными в золотосеребряную и сурьмяную стадии. Небольшое повышение содержания сурьмы в интервале 120—180 м объясняется проявлением сульфосолей свинца и серебра. Об этом же свидетельствуют КК свинца (35.94 на уровне 180 м). Кроме того, здесь возможно присутствие галенита. Повышение КК кадмия до 11.4 в интервале глубин 0—60 м обусловлено, вероятнее всего, наличием кадмистого тетраэдрита (Чвилева и др., 1988). Рост КК вольфрама в приповерхностной обстановке связан с появлением альбит-шеелитовой ассоциации (табл. 3) на геохимическом барьере карбонатных пород.

В целом четкой вертикальной зональности на участке Тамдыбулак не наблюдается. Элементы геохимического ряда располагаются в соответствии со стадийностью гипогенного минералообразования, местами эта картина осложняется телескопированием.

Участок Древний расположен на северных склонах западного окончания хребта Северный Нуратау, в 3 км юго-восточнее месторождения Пистали и в 0.6 км на юго-восток от участка Олтин-Диёр. Рассматриваемый участок характеризуется аналогичными в сравнении с золоторудными месторождениями Пистали и Олтин-Диёр геолого-структурной позицией и геохимическими признаками, в частности развитием мощных ореолов рассеяния золота. В геологическом строении района принимают участие метаморфизованные терригенно-осадочные породы тасказганской свиты верхнего протерозоя, прорванные интрузиями каттаического (средний-верхний карбон) и гатчинского (поздний карбон — ранняя пермь) магматических комплексов. Рассчитанные КК для различных градаций глубин (табл. 9) и последовательность снижения значений КК приведены соответственно в табл. 9 и 10.

На участке Древний широко проявлена золото-пирит-арсенопиритовая парагенетическая минеральная ассоциация (табл. 3). На глубинах 0—1 и 120—180 м значения КК мышьяка достигают максимума — в пределах 258—499. На глубине 1—60 м значения КК мышьяка составляют 15.03, а на глубине 60—120 м — 5.88. Такое распределение КК свидетельствует о концентрировании первичной золото-пирит-арсенопиритовой минерализации в приповерхностной обстановке, где происходит окисление арсенопирита до скородита. Ниже до 120 м наблюдается постепенное рассеивание этой минерализации, а затем еще один скачок КК на глубине до 180 м.

Значения КК сурьмы по всем градациям глубин находятся в пределах 123—257. Появление сурьмы мы связываем с кварц-стибнитовой ассоциацией с сульфосолями серебра (табл. 3), что характерно для проявления гидротермальной сурьмяной стадии.

Таблица 5. Кларки концентраций элементов на различных глубинах на участке Восточный месторождения Янги-Давон
Table 5. Clarke concentrations elements at various depths in the Vostochny area of the Yangi-Davon deposit

Глубина, м Depth, m	Элементы / Elements																						
	Ba	Be	V	W	Ga	Ge	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	As	Ni	Sn	Pb	Ag	Sb	Ti	Cr	Zn	Au	Nb	Li
0–1 (83 проб / 83 samples)	0.3	0.3	1.5	14.6	0.8	1.1	5.2	1.1	1.2	0.6	2.9	993.0	0.1	1.2	8.1	100.2	523.4	0.2	1.4	0.7	69.6	0.29	2.65
1–60 (47 проб / 47 samples)	0.3	0.4	1.8	10.9	1.3	1.1	5.5	1.3	1.4	0.8	3.9	1211.5	0.2	1.4	6.4	149.0	233.6	0.6	1.5	0.99	59.9	0.49	1.01
60–120 (8 проб / 8 samples)	0.5	0.5	1.9	17.8	0.8	0.9	3.9	0.9	1.4	0.4	1.9	1339.0	0.1	1.2	3.3	40.7	147.5	0.4	0.8	1.2	78.5	0.49	0.66
120–180 (5 проб / 5 samples)	0.2	0.4	2.1	22.3	1.1	2.00	3.9	1.1	0.9	0.4	2.1	2535.3	0.1	1.2	2.3	36.3	116.0	0.6	2.1	1.3	34.9	0.62	0.66
180–240 (5 проб / 5 samples)	0.2	0.2	1.7	43.6	0.2	2.00	3.9	1.4	1.3	1.1	4.0	3882.4	0.1	1.2	10.4	280.0	3296.0	0.3	3.7	1.2	76.7	0.80	5.63

Таблица 6. Ряды убывания значений КК по грациям глубин на участке Восточный
Table 6. Decreasing series of CC values by depth gradations in the Vostochny area

0–1 м	As > Sb > Ag > Au
1–60 м	As > Sb > Ag > Au
60–120 м	As > Sb > Au > Ag
120–180 м	As > Sb > Ag > Au > W
180–240 м	As > Sb > Ag > Au > W

Таблица 7. Кларки концентраций элементов на различных глубинах месторождения Тамдыбулак
Table 7. Clarke concentrations elements at different depths of the Tamdybulak deposit

Глубина, м Depth, m	Элементы / Elements																						
	Ba	Be	V	W	Ga	Ge	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	As	Ni	Sn	Pb	Ag	Sb	Ti	Cr	Zn	Au	Nb	Li
650	3.8	3.8	90	1.3	19	1.4	0.13	18	1000	47	1.1	1.7	58	2.5	16	0.07	0.5	4500	83	83	0.0043	20	32
0–1 (33 пробы / 33 samples)	0.67	0.57	1.42	14.07	0.35	0.63	11.42	0.93	1.17	0.51	5.44	721.21	0.64	1.20	11.13	9.55	21.82	0.22	2.05	0.77	34.88	0.62	0.48
1–60 (22 пробы / 22 samples)	1.78	0.26	1.95	10.70	0.55	1.38	9.09	2.15	1.82	0.47	2.31	1839.30	0.60	1.24	14.77	29.03	20.00	0.31	2.98	0.85	47.57	0.66	0.52
60–120 (12 проб / 12 samples)	1.22	0.31	2.82	6.89	1.11	1.73	3.85	1.41	1.69	0.76	3.41	136.76	0.05	1.20	6.98	7.50	25.00	0.46	0.95	0.72	34.88	0.70	0.56
120–180 (4 пробы / 4 samples)	0.77	0.43	2.31	11.83	1.02	0.36	3.85	1.53	1.88	0.74	6.93	2213.24	0.47	1.60	35.94	17.50	25.00	0.43	2.15	0.74	34.88	0.33	0.59

Таблица 8. Ряды убывания значений КК элементов по грациям глубин месторождения Тамдыбулак
Table 8. Decreasing series of CC values of elements by depth gradations in the Tamdybulak deposit

Глубина, м Depth, m	Геохимический ряд Geochemical series
0–1	As > Au > Sb > W > Cd > Pb
1–60	As > Au > Ag > Pb > W
60–120	As > Au > Sb
120–180	As > Pb > Au > Sb > Ag > W

Таблица 9. Кларки концентрации на различных горизонтах участка Древний

Table 9. Clarke concentrations at different horizons of the Drevny area

Глубина, м Depth, m	Va	Be	V	Bi	W	Ga	Ge	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	As	Ni	Sn	Pb	Ag	Sb	Ti	Cr	Zn	Au	Nb
0–1 (133 пробы / 133 samples)	650	3.8	90	0.009	1.3	19	1.4	0.13	18	1000	47	1.1	1.7	58	2.5	16	0.07	0.5	4500	83	83	0.0043	20
1–60 (9 проб / 9 samples)	0.50	0.40	4.97	155.63	12.41	1.57	1.16	29.44	0.73	0.45	0.83	17.89	257.81	0.13	1.80	4.88	24.69	256.84	0.84	2.69	1.00	45.11	0.78
60–120 (7 проб / 7 samples)	0.02	0.07	1.72	111.11	4.53	0.21	1.55	13.25	0.81	0.07	0.33	19.49	15.03	0.05	1.20	0.56	7.70	135.56	0.33	1.73	0.25	34.88	0.40
120–180 (6 проб / 6 samples)	0.02	0.07	1.53	97.69	4.68	0.13	0.77	40.38	1.11	0.17	0.11	16.06	499.02	0.05	1.20	0.99	7.74	123.33	0.23	1.87	0.68	34.88	0.21

Таблица 10. Ряды убывания значений кларков концентраций элементов по грациям глубин участка Древний

Table 10. Decreasing series of clarke concentrations values of elements by depth gradations of the Drevny area

Глубина, м Depth, m	Геохимические ряды Geochemical series
0–1 (133 пробы / 133 samples)	As > Sb > Au > Cd > Ag > Mo > W
1–60 (9 проб / 9 samples)	Sb > Au > Mo > As > Cd
60–120 (7 проб / 7 samples)	Sb > Mo > Au > Ag > Cd
120–180 (6 проб / 6 samples)	As > Sb > Cd > Au > Mo



Значения КК золота варьируются в узких пределах — 35—45, обнаруживая максимум на глубине 0—1 м. Выдержанность этих значений до глубины 180 м указывает на перспективы золотоносности во всем диапазоне проанализированных глубин. Все это согласуется с проявлением на всех глубинах золото-пирит-арсенопиритовой минеральной ассоциации.

Относительно повышенные значения КК (13—40) отмечаются для кадмия по всему разрезу до глубины 120 м, что, вероятно, обусловлено его примесью в сфалерите.

Вольфрам характеризуется относительным повышением значений КК в верхней части разреза (12.41), что также объясняется наличием здесь шеелита. Здесь же отмечаются повышенные значения КК для молибдена (16—36). Другие элементы, например свинец и цинк, характеризуются низкими значениями КК и поэтому не представляют практического интереса.

Для серебра выявлены два пика значений КК — один в приповерхностной зоне, второй на глубине 120 м. Это, вероятно, обусловлено характером распределения по разрезу сульфосолей серебра, образующихся на золотосеребряной стадии минерализации (табл. 3). Аналогичные пики в приповерхностной зоне отмечались выше для сурьмы и частично для свинца.

Генеральная последовательность уменьшения КК по разрезу на участке Древний вполне объясняется стадийностью гипогенного минералообразования, лишь местами осложненной минеральным телескопированием.

Такие же работы по изучению распределения рудообразующих элементов и минералов в объеме разведываемых золоторудных объектов проведены на участках Янги-Казган, Авлиё-Заргар и Юкори-Сарай. Результаты по этим объектам в принципе согласуются с приведенными выше материалами.

Обсуждение

Изучение вещественного состава руд по разрезам исследованных золоторудных объектов в корреляции со стадийностью гипогенного минералообразования, выявление на верхнерудном эрозионном срезе поздних рудообразующих минералов, подтвержденных геохимическими данными и указывающих на незначительность эрозионного среза, — все это позволяет оценивать на исследованных участках перспективы глубоких горизонтов. Кроме того, выявление вертикальной зональности на основе расчёта кларков концентраций для отдельных градаций глубин позволяет конкретизировать строение рудоносных зон. Все изученные участки были сопоставлены с эталонными объектами, близлежащими или близкими по геолого-промышленному типу. В качестве эталонных объектов выбраны месторождения Мурунтау, Аджибугут, Каракутан, Пистали, Таушан, Балпантау. В составе главных рудных минералов на всех исследованных участках, как и на эталонных объектах, преобладают минералы, обусловленные преимущественным развитием золото-пирит-арсенопиритовой минеральной ассоциации, соответствующей золото-кварцевому геолого-промышленному типу месторождений. Исключением является участок Джасаул, где кроме золото-пирит-арсенопиритовой проявилась и серебряная минерализация.

По этой причине участок Джасаул можно отнести к золотосеребряному типу месторождений. На участках Древний, Авлиё, Заргар, Юкары-Сарай также отмечается серебряная минерализация, но лишь спордически.

Рассмотрим выявленные минеральные ассоциации, их положение в схеме гипогенного минералообразования, распространенность на изученных участках и сопоставим с эталонными объектами (табл. 4).

Рудные минеральные ассоциации начинаются с ранней оксидной стадии с магнетит-гематитовой ПМА. Она проявлена на всех участках и эталонных золоторудных объектах. Далее идет стадия вольфрамов с альбит-шеелитовой ПМА, которая отмечается на участках Древний, Авлиё, Юкары-Сарай и эталонных золоторудных объектах. Следующая раннесульфидная стадия — с кварц-молибденитовой, халькопирит-пирротиновой, пирит-арсенопиритовой с золотом и халькопирит-висмутовой ПМА. Кварц-молибденитовая ПМА на участках отсутствует. Халькопирит-пирротиновая ПМА установлена на всех участках и эталонных объектах. Пирит-арсенопиритовая с золотом ПМА является основной продуктивной на всех участках и эталонных объектах. Халькопирит-висмутовая ПМА отмечается на участках Древний, Юкары-Сарай и Мурунтау.

Полиметаллическая стадия представлена сфалерит-халькопирит-галенитовой и галенит-блеклорудной ПМА. Она характерна для всех изученных и эталонных участков.

В золотосеребряной стадии выделены тетрадимит-теллурувисмутитовая (на участках Юкары-Сарай, Янги-Казган и эталонных Мурунтау, Каракутан), золотогеситовая (на участках Древний и Янги-Казган), золотосеребряная (на участках Джасаул, Древний, Авлиё, Заргар, Юкары-Сарай) и собственно серебряная (на участках Джасаул, Древний, Авлиё, Заргар, Юкары-Сарай) ПМА.

Следующие поздняя оксидная стадия с кварц-гематитовой ПМА и сульфатная с кварц-барит-галенитовой ПМА проявлены на всех участках.

Сурьмяная стадия с кварц-антимонитовой ПМА проявлена на участках Джасаул, Заргар, Янги-Казган и эталонных Мурунтау и Каракутан.

Карбонатно-фторидная стадия с кварц-кальцит-барит-флюоритовой ПМА проявилась фрагментарно в виде барита на изученных участках и в виде флюорита на Аджибугуте.

Заключение

Проанализирован минералого-геохимический состав руд многостадийных рудопроявлений, выявлен характер распределения рудообразующих элементов по их вертикальным разрезам в сопоставлении с эталонными золоторудными месторождениями, что создает реалистичные предпосылки для суждений о перспективах рудоносности на глубину. Исследованные объекты характеризуются большим разнообразием минералов, охватывающих весь диапазон продуктивного рудообразования от раннесульфидной (золотопирит-арсенопиритовой) стадии до промежуточной золотосеребряной и последующих сульфатной, сурьмяной, карбонатно-фторидной и карбонат-силикатной.



На участке Джасаул кларки концентрации золота и вольфрама с глубиной повышаются. Это объясняется связью этих элементов с более ранними парагенетическими минеральными ассоциациями: золото-пирит-арсенопиритовой и альбит-шеелитовой. Основные перспективы на золото связаны с проявлением раннесульфидной и золотосеребряной (золотогесситовая, золотосеребряная и собственно серебряная ассоциация) стадиями. Критериями перспективности объекта выступают длительность истории минералообразования и масштаб развития по вертикальному разрезу продуктивных минеральных ассоциаций.

На участке Янги-Давон повышенные значения КК золота, серебра, мышьяка, сурьмы, свинца и вольфрама растут на глубину, основная продуктивная здесь золото-пирит-арсенопиритовая. Проявление сурьмяной стадии указывает на возможность обнаружения минералов предшествующей золотосеребряной стадии, что значительно повысит перспективы участка. Кроме того, наличие на эрозионном срезе барит-целестиновой минерализации свидетельствует о промышленных перспективах глубоких горизонтов.

На участке Тамдыбулак золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация также проявлена на всех глубинах от 0 до 180 м, на что указывают значения КК мышьяка, варьирующие от 136 до 2213. При этом максимумы КК отмечаются на глубинах до 60 м (1839) и на 180 м (2213). На это же указывают вариации значений КК золота. Повышенные значения КК сурьмы на всех глубинах связываются с проявлениями стибнита, сульфосолей и блеклой руды, образовавшихся на золотосеребряной и сурьмяной стадиях. Наличие на эрозионном срезе участка поздней баритовой и целестиновой минерализации свидетельствует о промышленных перспективах глубоких горизонтов.

На участке Древний также широко проявлена золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация. Значения КК мышьяка достигают максимумов на глубинах до 1 м и в интервале 120–180 м, что свидетельствует о подобном распределении продуктивной на золото минерализации и соответственно промышленной перспективности глубоких горизонтов.

Литература/References

- Алимов Ш. П., Цой В. Д., Королева И. В. Особенности формирования и закономерности размещения природных типов руд месторождения Янги-Давон // Геология и минеральные ресурсы. 2016а. № 2. С. 13–18.
- Alimov Sh. P., Tsoy V. D., Koroleva I. V. *Osobennosti formirovaniya i zakonmernosti razmeshcheniya prirodnykh tipov rud mestorozhdeniya Yangi-Davon* (Peculiarities of formation and patterns of distribution of natural types of ores at the Yangi-Davon deposit). *Geology and Mineral Resources*, 2016a, No. 2, pp. 13–18.
- Алимов Ш. П., Цой В. Д., Сайитов С. С. Минералогическо-геохимические особенности золоторудных месторождений Западного Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. 2016б. № 6. С. 25–30.
- Alimov Sh. P., Tsoy V. D., Saitov S. S. *Mineralogo-geokhimicheskiye osobennosti zolotorudnykh mestorozhdeniy Zapadnogo Uzbekistana* (Mineralogical and geochemical features of gold deposits in Western Uzbekistan). *Geology and Mineral Resources*, 2016b, No. 6, pp. 25–30.

- Королева И. В., Цой В. Д., Алимов Ш. П., Сайитов С. С. Минеральный состав руд месторождения Тамдыбулак. Ташкент: ГП «ИМП», 2018. С. 236–239.
- Koroleva I. V., Tsoy V. D., Alimov Sh. P., Saitov S. S. *Mineralnyy sostav rud mestorozhdeniya Tamdybulak* (Mineral compositions of ores of the Tamdybular deposit). Tashkent: Research Institute of Mineral Resources, 2018, pp. 236–239.
- Мурунтау / Под ред. Т. Ш. Шаякубова. Ташкент: Фан, 1998. 539 с.
- Muruntau. Ed. T. Sh. Shayakubov, Tashkent: Fan, 1998. 539 p.
- Цой В. Д. Стадийность гипогенного минералообразования и прогнозирование рудно-формационных типов месторождений золота // Золото, платина и алмазы Республики Коми и сопредельных регионов: Материалы Всерос. конф. Сыктывкар: Геопринт, 1998. С. 69.
- Tsoy V. D. *Stadiynost' gipogennogo mineraloobrazovaniya i prognozirovaniye rudno-formatsionnykh tipov mestorozhdeniy zolota* (Stages of hypogene mineral formation and forecasting of ore-formational types of gold deposits). *Proceedings of conference «Gold, Platinum and Diamonds of the Komi Republic and Adjacent Regions»*, Syktyvkar: Geoprint, 1998, p. 69.
- Цой В. Д., Алимов Ш. П. Природные типы руд месторождения Янги-Давон // Геология и минеральные ресурсы. 2011. № 2. С. 26–30.
- Tsoy V. D., Alimov Sh. P. *Prirodnyye tipy rud mestorozhdeniya Yangi-Davon* (Natural types of ores of the Yangi-Davon deposit). *Geology and Mineral Resources*, 2011, No. 2, pp. 26–30.
- Цой В. Д., Алимов Ш. П., Королева И. В. Геолого-минералогические особенности, природные типы руд на золоторудных месторождениях Узбекистана // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Якутск. 2014. С. 535–538.
- Tsoy V. D., Alimov Sh. P. *Geologo-mineralogicheskiye osobennosti, prirodnyye tipy rud na zolotorudnykh mestorozhdeniyakh Uzbekistana* (Geological and mineralogical features, natural ore types in gold deposits of Uzbekistan). *Proceedings of conference «Geology and mineral resources of the North-East of Russia»*, Yakutsk, 2014, pp. 535–538.
- Цой В. Д., Сайитов С. С. Минералогическо-геохимические особенности руд месторождения Пистали // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. Ташкент.: ГП НИИМП, 2016. С. 130–134.
- Tsoy V. D., Saitov S. S. *Mineralogo-geokhimicheskiye osobennosti rud mestorozhdeniya Pistali* (Mineralogical and geochemical features of the ores of the Pistali deposit). *Proceedings of conf. «Integration of science and practice as a mechanism for the effective development of the geological industry of the Republic of Uzbekistan»*, Tashkent: Research Institute of Mineral Resources, 2016, pp. 130–134.
- Цой В. Д., Королева И. В., Алимов Ш. П., Булин С. Е., Печерский Р. Д. Природные типы руд месторождения Тамдыбулак // Там же, 2018. С. 336–338.
- Tsoy V. D., Koroleva I. V., Alimov Sh. P., Bulin S. E., and Pechersky R. D. *Prirodnyye tipy rud mestorozhdeniya Tamdybulak* (Natural types of ores at the Tamdybulak



- deposit). Proceedings of conference «Integration of science and practice as a mechanism for the effective development of the geological industry of the Republic of Uzbekistan», Tashkent: Research Institute of Mineral Resources, 2018, pp. 336–338.
- Цой В. Д., Сайитов С. С., Королева И. В., Булин С. Е. Стадийность гипогенного минералообразования рудных месторождений Узбекистана и её роль при оценке перспективности разведываемых объектов // Геология и минеральные ресурсы. 2021. № 1. С. 15–18.
- Tsoy V. D., Saitov S. S., Koroleva I. V., Bulin S. E. *Stadiynost gipogennoy mineraloobrazovaniya rudnykh mestorozhdeniy Uzbekistana i yeyo rol' pri otsenke perspektivnosti razveduyemykh obyektoy* (Staging of hypogene mineral formation of ore deposits in Uzbekistan and its role in assessing the prospects of explored objects). *Geology and Mineral Resources*, 2021, No. 1, pp. 15–18.
- Цой В. Д., Сайитов С. С., Королева И. В. Вещественный состав руд золоторудных объектов отдельных регионов Узбекистана и перспективы их дальнейшего изучения // Вестник университета геол. наук. 2022. № 1. С. 86–98.
- Tsoy V. D., Saitov S. S., Koroleva I. V. *Veshchestvennyy sostav rud zolotorudnykh obyektoy ot del'nykh regionov Uzbekistana i perspektivy ikh dal'neyshego izucheniya* (Material composition of ores of gold ore objects in certain regions of Uzbekistan and prospects for their further study). *Bulletin of the University of Geological Sciences*, No. 1, 2022, p. 86–98.
- Чвилева Т. Н., Безсмертная М. С., Спиридонов Э. М., Агроскин А. С., Папаян Г. В. Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра, 1988. 504 с.
- Chvileva T. N., Bezsmertnaya M. S., Spiridonov E. M., Agroskin A. S., Papayan G. V. *Spravochnik – opreditel rudnykh mineralov v otrazhennom svete* (Handbook-determinant of ore minerals in reflected light). Moscow: Nedra, 1988, 504 p.
- Tsoy V. D., Koroleva I. V., Alimov Sh. P. Mineralogical features of new gold deposits in Uzbekistan. *Geology of Uzbekistan for years of Independence*. Tashkent: Research Institute of Mineral Resources, 2016, pp. 154–171.

Received / Поступила в редакцию 24.01.2023