

УДК 553.411:550.4 (575.2)

© Ю.Б.Ежков, Р.Р.Рахимов, И.В.Новикова, 2014

**ОСНОВНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОГО И ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА (ОРЕОЛЫ, ЗОНАЛЬНОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ)****Ю.Б.Ежков, Р.Р.Рахимов, И.В.Новикова (ГП «НИИМП» Госкомгеологии РУз)**

*Проведено геохимическое районирование регионов Западного и Южного Узбекистана. Выделено 20 геохимических зон с характерной для каждой из них устойчивой геохимической ассоциацией. Для геолого-промышленных типов золота, охвативших 80 рудных объектов, рассчитаны формульные коэффициенты вертикальной зональности, позволяющие с новых позиций оценить перспективы золоторудных объектов.*

*Ключевые слова:* Западный и Южный Узбекистан, золото, геохимическая зона, устойчивая геохимическая ассоциация, геолого-промышленный тип, коэффициент геохимической зональности.

*Ежков Юрий Борисович, Рахимов Рахмон Рахимович, Новикова Ирина Викторовна, larsim@yandex.ru*

**THE BASIC GEOCHEMICAL FEATURES OF GOLD ORE DEPOSITS IN THE WESTERN AND SOUTHERN UZBEKISTAN (AUREOLES, ZONALITY, POTENTIAL)****Yu.B.Ezhkov, R.R.Rakhimov, N.B.Novikova**

*Geochemical zoning of regions in the Western and Southern Uzbekistan was provided. It was substracted 20 geochemical zones with steady geochemical assemblage characteristic for each of them. Formula coefficients of vertical zonality were calculated which allows to estimate potential of gold ore objects from new positions for the geological-industrial types of gold in 80 ore objects.*

*Key words:* the Western and Southern Uzbekistan, gold, the geochemical zone, steady geochemical assemblage, geological-industrial type, coefficients of geochemacal zonality.

Расширение перспектив золоторудных месторождений в горнорудных регионах мира — неизменная остроактуальная задача геологических служб. Решение ее в подавляющем большинстве случаев возможно только за счет увеличения промышленных ресурсов золота на флангах и глубоких горизонтах месторождений. Важная, если не главенствующая, роль в этом процессе принадлежит геохимическим методам, устанавливающим элементный состав и векторы последовательного изменения коэффициентов генерализованной зональности в распределении основных элементов-рудообразователей.

Именно в таком методическом ключе авторы развили предыдущее [3] и настоящее сообщения о золоторудных регионах Западного и Южного Узбекистана — основного золотодобывающего кластера республики (рис. 1).

*Основные геохимические признаки и минеральные формы золота.* Движение рудонесущих растворов-флюидов в различных химически активных сферах — преимущественно карбонатной, силикатной и смешанной — всегда сопровождается определенной последовательностью выпадения металлов в осадок во время миграции раствора в метасоматических колоннах. Появление рудной зональности — суть реализации различий в способности металлов проявить свои миграционные возможности (химические свойства) в сложных взаимоотно-

шениях с компонентами растворов. Однако реальные следствия из этих достаточно известных положений при определении рядов, составляющих стереогеохимическую зональность (латеральный, вертикальный и продольно-осевой), не только различны, но нередко трудно сопоставимы.

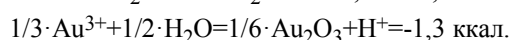
Процесс растворения металлического золота в зоне окисления с последующим осаждением на поверхность первичных выделений самородного золота, практически полностью удерживающего его растворенные осадки (превосходя этим все рудные и жильные минералы), и позволяет объяснять укрупнение и концентрацию золотин в зоне окисления сульфидных и сульфидсодержащих месторождений.

Проблема валентных состояний Au (степени окисления) в рудном процессе, как правило, не привлекает пристального внимания, возможно, из-за его нулевой валентности, объясняющей присутствие элемента в породах и рудах в самородном виде. Однако активное поведение Au в магматических (трансмагматических) расплавах и флюидно-гидротермальных растворах (расплав-растворах) зависит, прежде всего, от проявления окислительно-восстановительных процессов и возможностей широкого образования миграционных комплексов. Гидротермально активные валентные состояния Au —  $Au^+$  или  $Au^{3+}$ , так как  $Au^{2+}$  в природных соединениях не встречено. По кислотно-основным



Рис. 1. Схема размещения основных горно-рудных регионов (ГРР) Западного и Южного Узбекистана и их удельная золотопроductивность (1 кг Au на 1 км<sup>2</sup>)

свойствам  $Au^+$  и  $Au^{3+}$  достаточно различны, что следует из значений свободных энергий реакций их гидратации:



В целом наблюдается тенденция к образованию парагенных ассоциаций  $Au^+$  с металлами в условиях повышенной основности растворов, тогда как химически более активное  $Au^{3+}$  образует парагенезисы в условиях их (растворов) высокой кислотности. Подобное различие геохимических характеристик золота и приводит к тому, что их минеральные парагенезисы сильно отличаются.

Обладая уникальным свойством тесной связи с H, золото, отличаясь оксидофобностью, тяготеет к устойчивой восходящей миграции из глубинных геосфер земной коры (или мантийных источников) в ослабленных зонах с длительными восстановительными условиями. В этих зонах сидерофильного и реже халькофильного профиля (где интенсивно проявлен базит-гипербазитовый магматизм)  $Au^+$  накапливается с комплексом халькофильных металлов и, прежде всего, Cu, Te, Pt, элементами Pt группы, Ag.

Изменение щелочно-кислотного потенциала рудно-магматических процессов в сторону увеличения кислотности приводит к общему повышению валентностей металлов и, в частности, появлению у Au трех валентных электронов [2]. Увеличение валентностей ослабляет связи Au с H, Se и другими элементами.

Развитие гранитоидного магматизма и усиление кислотных функций Au способствует образованию его парагенезисов в тыловых частях рудных

зон с металлами, у которых проявляется кислотная функция, — Si, As, B, Sb. Кислотные свойства начинают проявляться также у  $Ag^{2+}$ ,  $Pt^{2+}$ ,  $Pt^{4+}$ , что переводит их в парагенное состояние с Au.

Кисотно-основная дифференциация металлов, направленно изменяющая их геохимические характеристики и проходящая как в пространстве, так и во времени, меняет формы нахождения Au в различных зонах рудного ореола — от упомянутых тыловых малосульфидных кварц-рудных зон до фронтальных. Последние характеризуются соединениями Au с Sb (ауростибит), Bi (молдонит, аурависмутин), ассоциациями самородного золота с кальцитом, анкеритом, комплексом блеклых руд, баритом, полиметаллами и соединениями Mn. В наиболее удаленных частях фронтальных зон проявляются телетермальные комплексы Au с Hg, Te, Ag.

В свете сказанного требует дальнейшего изучения феномен концентрации  $Au^+$  в зонах высокоуглеродистых формаций (восстановительная среда, «сухие», «безводные» магмофлюиды, углеводородный метасоматоз и проч.) за обрамлением или в контактовых сферах многообъемных гранитных интрузий. Роль же гигантских гранитных масс, особенно в Кызылкумском регионе, как дополнительных регенерационных факторов активной миграции и концентрации Au в упомянутых зонах восстановительного режима [1] — углеводистого метасоматоза, по-видимому, высока и как проблема требует продолжения исследований.

*Пространственно устойчивые геохимические ассоциации и зональность ореольных полей.* Геохимическое районирование территории Западного и

Южного Узбекистана с подобной детальностью проводится впервые. В связи с этим существует необходимость дать терминологические пояснения к применяемым ниже некоторым понятиям.

Под геохимической провинцией или областью понимается «крупный геоструктурный элемент земной коры, вещество которого характеризуется специфическими особенностями и (или) степенью геохимической дифференцированности, запечатленными в содержании и соотношении петрогенных и рудных элементов» [7]. Физическому объему этого подразделения на территории Узбекистана могут соответствовать такие геоструктурные элементы, как Срединный, Южный и Юго-Западный Тянь-Шань. Но если исходить из принципов мелко-масштабного геохимического районирования при выделении золотоносных провинций, то практически можно ограничиться одной золотоносной Тянь-Шаньской или Западно-Тянь-Шаньской провинцией, включающей все геолого-промышленные типы коренных и россыпных месторождений золота Узбекистана. Выделение же устойчивых геохимических ассоциаций Au и его элементов-спутников в более детальном масштабе возможно на карте, где могут быть отражены картируемые геохимические подразделения, но уже в ранге геохимических зон.

В изученном домезозойском кристаллическом цоколе территории республики нами выделено всего 20 подобных зон (табл. 1), причем их пролонгирование под породы мезокайнозойского чехла осуществлено там, где имеются надежные результаты глубинного бурения до кристаллического цоколя. Таковы восточное и западное погружения Тамдытау, обрамления Ауминзатау, Зирабулак-Зиаэтинских гор и межгорная впадина между Северным и Южным Нуратау (глубины скважин до 600 м).

Под устойчивой геохимической ассоциацией (УГА) нами понимается ряд химических (преимущественно рудных элементов-спутников золота) элементов, отвечающий геохимически специализированным обстановкам в определенных частях (зонах) домезозойских образований. Сами обстановки — это вещественное отражение результирующих процессов накопления, миграции и аномальной концентрации рудного вещества (Au, Ag, Pt, Cu, RM, Pb, Zn и др.). В геохимическом смысле — это скачкообразные переходы от нормального к слабо аномальному, а затем к интенсивно (рудно)-аномальному геохимическому полю. Ряд устойчивой геохимической ассоциации отображает убывающую последовательность химических элементов, ранжированную по степени насыщения их ореолами изученного пространства и степени ореольной концентрации. Для

наглядности каждая геохимическая зона именуется по геолого-географическим реперам местности.

Рассматривая качественный состав устойчивых геохимических ассоциаций с учетом степени однородности геохимических ореолов и заполненного ими пространства и, в частности, положения в их рядах золота, остановимся на установленных специфических особенностях, которые положены нами в основу выделения четырех типов УГА. Так, в первом из них, наиболее распространенном, Au или начинается ряд, или находится в головной его части среди наиболее часто встречающихся и интенсивно концентрирующихся элементов. Наиболее характерны здесь собственно золотые (Аякаши-Кокпатас-Джетымтау), золото-серебряные (Тамдыбулак-Балпан-Кыныр) и золотосодержащие (Кульджуктау) геохимические зоны.

Для второго типа УГА характерно положение Au как в средней части ряда, так и среди замыкающих его элементов. В Западном Узбекистане к этому типу относятся сидерофильные зоны Тебинбулака, Карамурун-Бокали-Тохтаныктау, Чарыкты-Тескудук-Айрака, Нурата-Туркестана, сереброносная зона Косманачи, контактово-редкометалло-сульфидные проявления в Южном Каратау, а также золото-сульфидные на юге Узбекистана.

Третий тип УГА выделен по нахождению Au в позиции правого ограничителя ряда, т.е. как наименее распространенного элемента с низкой концентрацией. Наблюдается это в Джантуар-Захкудукской зоне уран-ванадий-иттриевых объектов и на восточных замыканиях Нурата-Туркестанской и Нурата-Южномальгузарской зон.

Четвертый тип УГА включает аутофобные ряды собственно редкометалльных элементов: месторождения Мурунтау с новой U-Mo-RM зоной, Гатча (западное окончание Темиркабукского интрузива) в Нурата-Южномальгузарской зоне, Турткуйлюк в Южно-Гиссарской зоне и южная приграничная часть Чакчар-Хандизинской зоны.

Все собственно редкометалльные УГА представляют собой фрагменты эволюции осевой региональной геохимической зональности в границах определенных зон. Однако особенности эволюции осевой зональности этим не исчерпываются. Так, в Чарыкты-Тескудук-Айракской зоне в составе УГА с приближением к Айракскому сектору Au из конца переходит в начало ряда параллельно с накоплением к границам сектора As, Hg, Sb, полиметаллов.

Противоположный эффект возникает при концентрации этих же элементов (с добавлением Ni и V) при эволюции осевой зональности в Нурата-Туркестанской и Нурата-Южномальгузарской зонах, когда Au уже замыкает ряды УГА. Это, по всей

## 1. Типоморфные особенности устойчивых геохимических ассоциаций в зональной палеодинамической структуре Южного Тянь-Шаня

| Региональное геохимическое подразделение — зоны | Морфология геохимических ореолов, степень заполнения пространства, однородность ореоловых полей                                                                                                                                                                  | Положение (позиция) золота в рудно-метасоматической зоне; примеры объектов                                       |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                                                |
| Тебінбулакская                                  | Овально-изометричные, слабо вытянутые, широтные и северо-западные; однородность высокая; заполнение пространства 45–60% (Au, As, Cu, Pb, Zn)                                                                                                                     | Тыловая (латеральная), корневая (вертикальная)                                                                   |
| Зенгебобо-Джамансайская                         | Линейные, вытянутые (коэффициент удлинения 8–10), реже кинжальные, очень редко неправильно-изометричные; однородность низкая; заполнение пространства, %: Au (10–15), As (30–35), Cu, Zn (50–55), Sn (20–25), W (5–10)                                           | Фронтальная и ядерно-ореоловая (латеральные), верхняя и средняя (вертикальные); Джамансай                        |
| Карамурун-Бокалы-Тохтаньктауская                | Слабовытянутые, неправильно-изометричные; однородность средняя; заполнение пространства от 85–95% на рудных полях до 20–35% в околорудном пространстве и зонах рассеянной минерализации — Cu, Co, Mo, Ni                                                         | Тыловая (латеральная), корневая (вертикальная)                                                                   |
| Аякати-Кокпатаг-Джетымтауская                   | Овальные, слабоизометричные, облекающие (вблизи рудно-метасоматических куполов), узколинейные (в альбандах дайковых тел), веретеновидные; однородность низкая; заполнение пространства до, %: Au (85–90), Cu (90–95), As (80–85), Mo, Pb (65–75), Sb, Ag, W (45) | Фронтальная, ядерно-ореоловая (латеральные), средняя (вертикальная); Кокпатагское рудное поле, Сарытау, Булуткан |
| Тамдыбулак-Балпан-Кынырская                     | Овальные, линейные и комбинированные; однородность средняя до высокой; заполнение пространства, %: Au (15–90), Ag (55–60), W, Mo (30–40)                                                                                                                         | Тыловая (латеральная), корневая (вертикальная); Тамдыбулак, Балпан                                               |
| Чарыкты-Тескудук-Айракская                      | Линейные, узколинейные, веретеновидные; однородность слабая; заполнение пространства, %: Cu, Co, Zn, Cr, Mo, Au (25–45)                                                                                                                                          | Au <sub>1</sub> — корневая (вертикальная), Au <sub>2</sub> — верхняя часть рудной зоны                           |
| Таскара-Косманачи-Бесепан-Мурунтауская          | Линейно-овальные, пятнообразные, неправильные с фестончатой конфигурацией, вытянутые с вертикальными проводниками; однородность средняя; заполнение пространства до, %: Au, As, W, Ag (30–60)                                                                    | Корневая и средняя (вертикальные), ядерно-ореоловая и тыловая (латеральные); Мурунтау, Бесепан, Косманачи        |
| Азбек-Аристан-Бешаши-Едум-Аякудукская           | Неправильно-изометричные, слабоовальные, реже линейные и кинжальные в разрывных структурах; однородность средняя; заполнение пространства до 75–80 % (в комплексах ореолов)                                                                                      | Средняя (вертикальная) с концентрацией в зоне окисления; Аристан                                                 |
| Казахтауская                                    | Контактово-полосовидные и овально-вытянутые; однородность низкая; заполнение пространства, %: Fe, Cu, As, Au, Pb, Zn, Co (35–50)                                                                                                                                 | Средняя (вертикальная)                                                                                           |
| Комбугут-Ясвай-Карашинская                      | Неправильно-изометричные, слабоовальные; однородность средне-высокая; заполнение пространства, %: Au, Ag, As, Sb, Cu, W, Pb (55–50)                                                                                                                              | Средняя (вертикальная), ядерно-ореоловая (латеральная); Комбугут, Ясвай, Карашохо                                |
| Ауминзатауская                                  | Линейные и протяженно-овальные; однородность средняя; заполнение пространства %: Au, Ag, As, W, Sb, Cu (40–60)                                                                                                                                                   | Корневая и средняя (вертикальные), тыловая и промежуточная (латеральные)                                         |
| Джантуар-Захкудукская                           | Линейные и линейно-полосовидные, слабоизометричные; однородность средняя; заполнение пространства, %: U, V, Mo, TR, W, Sn, As (65–70), Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb (20–35)                                                                                            | Средняя (вертикальная), средняя и фронтальная (латеральные); Джантуар, Захкудук                                  |
| Жолдас-Аджибугут-Акмамбет-Колчиктауская         | Линейные, неправильно-изометричные, пятнообразные; однородность средняя; заполнение пространства, %: Au, Ag, As, Cu, Pb, W, Sb, Zn (40–55)                                                                                                                       | Корневая и средняя (вертикальные) с концентрацией в зоне окисления; Жолдас, Аджибугут, Колчик                    |

Продолжение таблицы 1

| 1                                         | 2                                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Бельтау-Сарыбатыр-Даугыз-Амантайтауская   | Овально-изометричные, цилиндрические столбовидные, неправильной формы, линейно-субгоризонтальные, наклонно-полосовидные; однородность средняя; заполнение пространства, %: Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn, V (80–85) | Средняя и верхняя (вертикальные); та же же две позиции у As; Сарыбатыр, Высоковольтное, Даугызтау, Амантайтау, Асаукак |
| Кульджуктауская                           | Линейные, овально-изометричные, пятнообразные, контактово-полосовидные; однородность средняя, реже – выше средней; заполнение пространства в комплексах ореолах 20–25%, Au 30–45–60%                             | Средняя и вертикальная (вертикальные); Актосты, Таушанское                                                             |
| Нурата-Туркестанская                      | Линейные, зонально-линейные, веретеновидные; однородность низкая; заполнение пространства, %: Cu (60–70), Fe (35–40), Ni, Co (60–80), Sb, Hg (20–40), As (35–40), Au (5–15), Ag, W (5–15)                        | Корневая и верхняя (вертикальные), тыловая и фронтальная (латеральные)                                                 |
| Нурата-Южноальгузская                     | Линейные, неправильно-изометричные, пятнообразные; однородность низкая и средняя; заполнение пространства 30–40% в комплексах ореолах, Au 20–25%                                                                 | Корневая и верхняя (вертикальные); Чармитан, Марджанбулак, Кансай, Сентяб, Учкколь, Чабат                              |
| Южно-Нурагинская (Каратау-Каракчатауская) | Линейные, овально-изометричные, лентовидные (с вертикальными проводниками); однородность низкая; заполнение пространства, %: Mo, V, As, Sn (до 50–70), Au, Ag, Hg, В (25–40), Pb (45–50), Zn (30)                | Средняя и верхняя (вертикальные); Сармич, Биран                                                                        |
| Южно-Каратауская (редко-металлическая)    | Лентовидные, концентрически-зональные; однородность средняя и высокая; заполнение пространства, %: Sn, W, Be (60–70), Ag, As, Nb, Li, Mo (30–40), Cu, Sb, Bi (15–30), Au (3–5)                                   | Корневая (вертикальная)                                                                                                |
| Зирабулак-Знахтинская                     | Линейно-овальные, слабоизометричные и слабозональные; однородность средняя; заполнение пространства, %: W, Sn (55–70), As, Bi, Ag, В (35–40), Au (5–15)                                                          | Средняя (вертикальная), фронтальная (латеральная)                                                                      |

видимости, определено известной закономерностью в усилении с запада на восток в указанных зонах металлогенического потенциала Hg, Sb и уменьшении потенциала Au, W. Интересно, что восточнее, на территории Таджикистана, известны близповерхностные комплексные Au-Sb-Hg объекты Чоре, Джижикрут, Канчоч, Дуоба и др.

Другими особенностями осевой зональности обладают Азнек-Аристан-Аяккудукская и Каратау-Каракчатауская зоны, где Au устойчиво возглавляет ряды УГА, несмотря на существенное расхождение в их геохимических ассоциациях соотношений халько- и литофильных элементов.

И, наконец, отметим устойчивое положение Au, но уже среди элементов относительно невысокой концентрации и распространенности (середина ряда) в трех УГА Южного Узбекистана в направлении осевой зональности с запада на восток. Характерная черта УГА — постоянное нахождение Mo во главе ряда и близость спектров химических элементов.

Кроме описанных изменений (скольжения) составов УГА по векторам осевой зональности, установлена единственная граница поперечного раздела Аякаши-Кокпатас-Джетымтауской зоны (Букантау) на западную и восточную подзоны по уровню концентрации As. Граница проходит по отдаленному западному флангу Кокпатасского рудного поля, отделяя западную подзону, в которой практически отсутствуют интенсивные аномалии As, от восточной, где As является одним из ведущих элементов рудо- и ореолообразователей. Этот факт требует, безусловно, дальнейшего изучения.

Рассматривая территорию республики в целом, отметим ее резко различную геохимическую изученность. Сравнение рудных регионов по важным в поисковом аспекте признакам ореольных полей, таким как морфогенетические особенности, степень однородности и заполнения пространства, положение максимумов концентраций Au относительно ядерной части, удалось выполнить только по территории Южного Тянь-Шаня (табл. 2).

Создание опорных (эталонных) коэффициентов геохимической зональности (табл. 3) выполнено с учетом основных морфологических особенностей геохимических ореольных полей на золоторудных объектах и золотоносных площадях Южного Тянь-Шаня.

## 2. Рудно-формационная типизация, морфология и геохимическая зональность золоторудных и золотосодержащих объектов Западного и Южного Узбекистана

| Рудная формация, оруденение                        | Морфология проявления                        | Рабочий коэффициент геохимической зональности | Примеры                                                                    | Примечания                                                                                                              |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                  | 2                                            | 3                                             | 4                                                                          | 5                                                                                                                       |
| Горы Суртанувайс                                   |                                              |                                               |                                                                            |                                                                                                                         |
| Золото-касситерит-сульфидная (Au-Sn-Sul)           | Прожилки, прожилково-вкрапленное             | $\frac{As-Cu-Pb-Au-Sn}{Cr-Co-Ni-Ti-Mn}$       | Проявления в восточной части гор Суртанувайс                               | Ореолы в контактовых зонах габбро-диабазовых даек, в полюсе линз омаргандцевания                                        |
| Золото-медно-полисульфидно-кварцевая (Au-Cu-Pol-Q) | Прожилково-вкрапленное, жильно-штокрверковое | $\frac{As-Ag-Cu-Hg}{Au-Ni-Co-Cr}$             | Джамансай, Северный и Центральный Урусай, Восточный Джамансай, Карагауское | Слабоконтрастные ореолы сложной морфологии, приближенно-овальные ореолы в зонах рассеянной минерализации                |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Жилы, линейные штокрверки                    | $\frac{Au-As-Cu-Pb-Zn}{Sn-Mo-Ni-Co-Cr}$       | Зенгебобо, Урусай, Шейхджейли                                              |                                                                                                                         |
| Золото-хром-платина-сульфидная (Au-Cr-Pt-Sul)      | Вкрапления, линзы, ленты                     | $\frac{Cr-Cu-As-Au-Pb}{Fe-Co-Ni-Pt-Ti}$       | Тебинбулак, Кокралысай                                                     | Ореольный слабоинтенсивный шлейф в контактовой зоне Тебинбулакского интрузива                                           |
| Горы Букатпасу                                     |                                              |                                               |                                                                            |                                                                                                                         |
| Золото-уран-редкометаллическая (Au-U-RM)           | Жилы, залежи, штокрверки                     | $\frac{Au-W-Ag-F}{Bi-Mo-Sn-U}$                | Сарыпау                                                                    | Линейные ореолы в зонах контракционных трещин гранитного плутона                                                        |
| Золото-вольфрам-молибден-кварцевая (Au-W-Mo-Q)     | Жилы, залежи, линзы, жильные штокрверки      | $\frac{W-Bi-Ag-F}{Cu-Mo-Au-Sn}$               | Саутбай, Кургантау                                                         | Овально-вытянутые контрастные ореольные поля                                                                            |
| Золото-медно-полисульфидная (Au-Cu-Pol)            | Простолон, линзы, брекчиевые зоны            | $\frac{Sb-Ag-As-Au}{Zn-Cu-Co^2}$              | Карамурун, Карабулак                                                       | Приближенно-изометричные и линейные ореолы в зонах сульфидизации                                                        |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Прожилки, линзы, вкрапленность               | $\frac{Au-As-Sb-Ag}{Cu-Ni-Co-Zn}$             | Кокпатагский рудный узел                                                   | Сложной морфологии ореольные поля в северо-западной структуре Кокпатагского тренда                                      |
| Золото-кварцевая (Au-Q)                            | Прожилково-вкрапленное                       | $\frac{Cu-Sb-As}{Au-W-Ni}$                    | Дженсай, Бозтау                                                            | Интенсивные ореолы: Au, W в гранитах Бозтау, Ni — в зонах окисления основных дайковых пород                             |
|                                                    | Жилы, жильный штокрверк                      | $\frac{Ag-As}{W-Au}$                          | Айтым                                                                      | Зоны узковытянутых секущих ореольных серий                                                                              |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Прожилково-вкрапленное                       | $\frac{Cu-Mo-Cd-W-Co}{Ni-Zn-V-Au-As}$         | Орозаты                                                                    | Неправильно-овальные и линзовидные ореолы в зонах сульфидизации                                                         |
| Золото-редкометалльно-кварцевая (Au-RM-Q)          |                                              | $\frac{Au-Pb-As-Ag}{Mo-Cu-W-Ni}$              | Джаркудук                                                                  | Сложной морфологии вытянутые и пятнообразные ореольные поля                                                             |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Жилы, прожилки, вкрапления                   | $\frac{Ag-Pb-Cu}{As-Au-Mo}$                   | Окжетпес, Итонсай, Огузтау                                                 | «Кинжалные» серии ореолов в зонах разломов с интенсивным расщеплением и брекчированием пород (карбонаты, реже терриген) |
| Горы Тамдытау                                      |                                              |                                               |                                                                            |                                                                                                                         |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Прожилки, линзы, вкрапления                  | $\frac{Au-Sb-Pb}{Cu-W-Co}$                    | Айрык, Аристан                                                             | Сложной морфологии и вытянутые ореольные поля, выделяющие зоны окварцевания, сульфидизации и стержневые кварцевые жилы  |
|                                                    |                                              | $\frac{As-Sb-Au}{Cu-W-Mo}$                    | Бешаши, Акказат                                                            |                                                                                                                         |

Продолжение табл. 2

| 1                                                  | 2                                                                       | 3                                              | 4                                                                            | 5                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Золото-серебро-сульфидно-кварцевая (Au-Ag-Sul-Q)   | Жилы, прожилки                                                          | Sb-Ag-Au-W<br>As-Ba-Mn-Mo                      | Косманачи                                                                    | Линейные среднеинтенсивные ореолы Ag с Au, лентовидные ореолы зоны Mo, U, Ba, Mn по поверхностям несогласия                                                     |
|                                                    |                                                                         | As-Bi-Ag-Sb<br>Te-Au-W-U                       | Мурунтау                                                                     |                                                                                                                                                                 |
|                                                    | Жилы, прожилки, жильно-штокерковые зоны                                 | As-Hg-Sb-Ag<br>Au <sup>2</sup> -W <sup>2</sup> | Мютенбай                                                                     |                                                                                                                                                                 |
|                                                    |                                                                         | Sb-Ag-W<br>Cu-Mo-Au                            | Бесапантау                                                                   |                                                                                                                                                                 |
|                                                    |                                                                         | Ag-Pb-Sb<br>Au-W-Cu                            | Рохат, Ясвай, Зимбылтау, Карашохо                                            |                                                                                                                                                                 |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Жилы, зоны дробления                                                    | Au-Ag-Pb-Zn<br>Cu-W-As-Bi                      | Тамдыбулак, Балпантау, Туманное                                              | Слабоинтенсивные вытянутые ореольные зоны и поля точечно-овальных ореолов Au и W                                                                                |
|                                                    | Жилы, прожилки                                                          |                                                |                                                                              | Узковытянутые ореолы в зонах окварцевания, ожелезнения и листвинитизации, вблизи стержневых кварцевых жил                                                       |
| Горы Ауминга-Бельтау                               |                                                                         |                                                |                                                                              |                                                                                                                                                                 |
| Золото-сульфидно-кварц-карбонатная (Au-Sul-Q-Carb) | Прожилки, линзы, вкрапления кварца и сульфидов, залежи (зона окисления) | Au-As-Ag-Sb<br>W-Sn-Zn-Mo                      | Колчиктау                                                                    | Интенсивные ореолы Au, Sb во фронтальной ореольной зоне, Zn — в тыловой                                                                                         |
|                                                    | Жилы, зоны окварцевания узко вытянутые                                  | Ag-Pb-Zn-Au<br>Mo-Ni-Co-Sn                     |                                                                              | Локальные зоны (швы) сульфидной минерализации, маркируемые «кинжалными» ореолами Pb (Ag), Zn                                                                    |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Прожилки, линзы, вкрапления (зона окисления)                            | Au-Ag-As-Sb<br>W-Mo-Ni-Co-Cu                   | Аджибугут, Центральный участок                                               | Контрастные ореолы Au, As в подошве зоны окисления и апикальной части первичных руд                                                                             |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Залежи, линзы, прожилки, рудные столбы, вкрапленность                   | Sb-As-Pb-Au<br>W-Mo-Co-Cu                      | Амантайтау                                                                   | Среднеинтенсивные ореолы поля As, Sb и Au узковытянутой, линзовидно-овальной и неправильной морфологии; зоны сульфидизации, маркируемые ореолами Co, Mo (W), Zn |
|                                                    |                                                                         | Hg-Sb-As-Au<br>W-Mo-Co-Pb                      | Даугызтау                                                                    |                                                                                                                                                                 |
|                                                    |                                                                         | Au-Ag-Sb-As<br>Cd-Zn-W-Mo                      | Акмамбет, Давон, Жолдас, Песчаное                                            |                                                                                                                                                                 |
| Горы Кульджуктау                                   |                                                                         |                                                |                                                                              |                                                                                                                                                                 |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)              | Жилы, прожилки                                                          | Hg-Ag-As-Au<br>Cr-Ni-Co-Cu                     | Рудные зоны: Таушанская, Шайдараская, Бельтауская                            | Среднеинтенсивные ореолы поля линейной и сложной морфологии, в составе и контактовых зонах габброидных интрузивов                                               |
| Золото-редкометалльно-кварцевая (Au-RM-Q)          | Жильно-штокерковое                                                      | W-Sn-Au-Be<br>Cu-Ni-Co-Cr                      | Эндо- и экзоконтактные зоны Актостинского и Тосбулакского гранитных массивов | Низкоаномальные ореолы Be, W, Sn в эндоинтрузий, Cu, Ni, Co, Cr — в экзозоне                                                                                    |
| Золото-сульфидно-кварц-карбонатная (Au-Sul-Q-Carb) | Жилы, прожилки, вкрапления                                              | Bi-Ag-Pb-Hg<br>Cu-W-Sn-Au                      | Проявления в центральной части Кульджуктау                                   | Локальные ореолы в зонах кварц-карбонатных жил с сульфидной минерализацией                                                                                      |

Продолжение табл. 2

| 1                                                        | 2                                                                                           | 3                                                                         | 4                                                       | 5                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Горы Северный и Южный Нуратау                            |                                                                                             |                                                                           |                                                         |                                                                                                                                                                                   |
| Золото-кварцевая (Au-Q)                                  | Жилы, прожилки, зоны дробления                                                              | $\underline{\text{Au-Pb-Sb-As}}$<br>$\text{W-Mo-Sn-Cu}$                   | Караулухана                                             | Удлиненно-линзовидные контрастные ореолы в крутосклоненных зонах дробления и линейных штокерков                                                                                   |
| Золото-полисульфидно-кварцевая (Au-Pol-Q)                |                                                                                             | $\underline{\text{Pb-Zn-Cu-Bi}}$<br>$\text{Fe-Co-Ni-Au}$                  | Маджерум, Огайдар, На-крут                              |                                                                                                                                                                                   |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)                    | Прожилки, вкрапленность, линзы                                                              | $\underline{\text{Sn-Ag-As}}$<br>$\text{Au-Ni-Co}$                        | Учкель-Чабат                                            | Ореолы контрастные сложной морфологии, Au, %: 25 — свободное, 50 — в сульфидах, 25 — в породоборазующих минералах                                                                 |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)                    | Прожилки, жилы, вкрапленность                                                               | $\underline{\text{Au-Sb-As-Ag}}$<br>$\text{Cu-Pb-Ni-Co}$                  | Участок Новый, западная часть Марджанбулака             | Линзовидные остро вытягивающиеся большей частью низкоинтенсивные ореолы                                                                                                           |
| Золото-кварцевая (Au-Q)                                  | Жилы, прожилки                                                                              | $\underline{\text{Au-As-Hg-Pb-Cu}}$<br>$\text{W}^2\text{-Mo}^2\text{-Sn}$ | Кансай, Тандыр, Мадават, Каракудук, Пирали              | Au — среднего класса содержания — удлиненные и изометричные ореольные поля                                                                                                        |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)                    | Жилы, жильно-штокерковые зоны, плитообразные залежи                                         | $\underline{\text{Pb-Ag-Sb-As}}$<br>$\text{Bi}^2\text{-W-Au}$             | Зармиган                                                | Крутосклоненные ленто-, линзобразные контрастные ореолы в параллельных и кулисообразных структурах                                                                                |
| Золото-полисульфидно-кварцевая (Au-Pol-Q)                | Жилы, прожилки<br>$\text{Au, Ag, Pb, As}$ — ядро,<br>$\text{Au}_2, \text{As}_2$ — зальбанды | $\underline{\text{Ag-As-Sb-Pb}}$<br>$\text{Mo-W-Au-Co}$                   | Сармич (Араб), Биран, Корумлы, Айдымбулак, Первомайское | Zn, Cu, Mo, Sn — редкие слабоконтрастные ореолы; Au — ореольные поля кулис                                                                                                        |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)                    | Жилы, прожилково-вкрапленное                                                                | $\underline{\text{As-Hg-Ag-Sb-Nb}}$<br>$\text{Sn-Mo-V-Ni-Au}$             | Гобдунтау, Каракатау                                    | Характерны овально-вытянутые низкоинтенсивные ореолы Cu, Pb, Zn в зонах рассеянной минерализации                                                                                  |
| Учкулакское рудное поле (Pb, Zn)                         |                                                                                             |                                                                           |                                                         |                                                                                                                                                                                   |
| Золото-полисульфидно-карбонат-баритовая (Au-Pol-Carb-Ba) | Прожилково-вкрапленное                                                                      | $\underline{\text{As-Au-Ag-Sb}}$<br>$\text{Co-Ni-Bi-Mo}$                  | Базайгыр (Егербели, Батылыклы), Центральная рудная зона | Преимущественно Au и As минерализация; изолированные комплексы (Au, As, Ag) ореолы — спутники жильного и прожилково-вкрапленного полиметаллического оруденения с Ag, Au, Bi и др. |
|                                                          |                                                                                             | $\underline{\text{Pb-Zn-Ag-Au}}$<br>$\text{Co-Cu-Mo-Bi}$                  | Базайгыр (собственно)                                   | Основные ореольные поля размещаются во фронтальной части минерализованной зоны                                                                                                    |
| Мальгузарские горы                                       |                                                                                             |                                                                           |                                                         |                                                                                                                                                                                   |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)                    | Жилы, прожилки                                                                              | $\underline{\text{As-Ag-Pb-Sb}}$<br>$\text{Au-Zn-Pt-REE}$                 | Бахмат, Четкисай, Гудларгаут, Зарбулак                  | Сложной формы ореолы в полосе межформационных срывов с убогосульфидным оруденением с Pt (сперрит) и акцессориями REE                                                              |

Продолжение табл. 2

| 1                                                        | 2                                                                                       | 3                                                                          | 4                                                         | 5                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Золото-серебро-полисульфидная (Au-Ag-Pol)                | Жилы, прожилки, зоны дробления                                                          | $\underline{\text{Ag-Fe-V-Ni}}$<br>$\underline{\text{Au-Ti-Pr-Zn}}$        | Юлсай                                                     | Линейные ореолы по сульфидизированным дайкам габбро-диабазов и сериям кварц-карбонатных жил в зоне катаклаза                  |
| <i>Зирабулак-Зисатдинские горы</i>                       |                                                                                         |                                                                            |                                                           |                                                                                                                               |
| Золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q)                    | Зоны, линзы, прожилки, столбы                                                           | $\underline{\text{Sb-As-Ag-Au}}$<br>$\underline{\text{Cu-V-Ni-Co}}$        | Каракутан, Бешкудук, Капкакы                              | Овально-линзовидные согласные и вытянутые секущие ореолы в зонах дробления и метасоматоза                                     |
| Золото-серебро-полисульфидная (Au-Ag-Pol)                | Жилы, прожилки, залежи, линзы                                                           | $\underline{\text{Cu-As-Ag-Sn-Sb}}$<br>$\underline{\text{V-Cr-Co-W-Au}}$   | Мирхайдарская площадь                                     | Согласные и секущие ленто-линзовидные интенсивные ореолы Cu и As в восточном экзоконтакте Зирабулакского гранитного интрузива |
| Золото-редкометалльная (Au-RM)                           | Скарны (линзы, карманы, залежи)                                                         | $\underline{\text{As-Bi-Sn}}$<br>$\underline{\text{Mo-W-Au}}$              | Восточный Ингичке                                         | Согласные приближенно-овальные и секущие лентовидные ореолы минерализованных зон (W, Mo, Bi, Sn) месторождения Ингичке        |
| Касситерит-сидеритная (Sn-Sil)                           | Система кварц-турмалиновых жил и зон безвизитизации                                     | $\underline{\text{As-Sb-Ag-Cu}}$<br>$\underline{\text{W-Sn-Zn-Au}}$        | Карнаб, Лапас, Кармана, Челдыр                            | Интенсивные ореолы Sn, Bi, Ag в границах ореолового поля Cu                                                                   |
| <i>Южный Узбекистан</i>                                  |                                                                                         |                                                                            |                                                           |                                                                                                                               |
| Золото-полисульфидная (Au-Pol)                           | Залежи, жилы                                                                            | $\underline{\text{Ag-Pb-Zn-Cu}}$<br>$\underline{\text{Co}^2\text{-Au-Ni}}$ | Новосай, Кульдара, Чакчар, Хандиза, Замбат (с Au), Бешнау | Линейно-линзовидные, островчатые и сложной морфологии ореоловые поля                                                          |
| Золото-медно-полисульфидная (Au-Cu-Pol)                  | Кварц-трейзеновые жилы, прожилки, вкрапленность                                         | $\underline{\text{Ag-Pb-Zn-Ni}}$<br>$\underline{\text{Au-Cu-Mo-V}}$        | Бюб, Обизаранг, Куктепа, Гава                             | Комплексные ореолы (Ag, Pb, Zn) сложной морфологии, удлиненно-линзовидные ореолы Cu                                           |
| Золото-кварцевая (Au-Q)                                  | Кварцевые жилы, прожилки                                                                | $\underline{\text{As-As-Sb}}$<br>$\underline{\text{Co-Ni-V}}$              | Хучи                                                      | «Кинжалные» ореолы Au в ореольных полях As и Sb сложной морфологии                                                            |
| Золото-кварцевая и золото-сульфидно-кварцевая (Au-Sul-Q) | Кварцевые штокерки, кварц-сульфидные прожилки                                           | $\underline{\text{Sb-Ag-As-Au}}$<br>$\underline{\text{Cu-Mo-W-Sn}}$        | Чинарсай                                                  | Удлиненно-линзовидные ореолы Au и реже Ag в зонах окварцевания и сульфидизации                                                |
| Золото-редкометалльная (Au-RM)                           | Скарны, скарноиды и гидротермалиты в контактовом ореоле интрузий; залежи, линзы, гнезда | $\underline{\text{W-Sn-Au-As}}$<br>$\underline{\text{Mo-B-Cu}^2}$          | Яхтон, Мингичнор, Кызылтурк, Чаштепа, Широтное            | Овально-вытянутые, линзовидные и серповидные ореолы средней интенсивности в эндо-экскарновых зонах гранитоидных интрузий      |
| Золото-кварц-аргиллизитовая (Au-Q-Argil)                 | Кварцевые жилы, прожилки                                                                | $\underline{\text{Au-Ag-As}}$<br>$\underline{\text{Cu-Mo-Zn}}$             | Шаргунь                                                   | Узковытянутые средней контрастности ореолы Au в обрамлении ореолов Ag и As                                                    |
| Золото-редкометалльная (Au-RM)                           | Поля, жилы, линзы                                                                       | $\underline{\text{As-Sb-As-Hg}}$<br>$\underline{\text{Cu-Sn-Co-Ni}}$       | Аката, Акба                                               | Невыдержанные редкие ореолы Au; золота в глинах и железных минералах; слабоконтрастные ореолы Sb, As, Ni                      |
| Золото-редкометалльная (Au-RM)                           | Жилы, прожилки, вкрапленность                                                           | $\underline{\text{Li-Sn-W-Be}}$<br>$\underline{\text{Cu-Mo-B-Au}}$         | Туркуйлюк, Лолабулак                                      | Лентовидные (Li, Be) и изометрично-прерывистые (Nb, Ta) ореольные поля в зонах развития пегматитов                            |
| Золото-касситерит-сидеритная (Au-Sn-Sil)                 | Жилы, прожилки, вкрапленность                                                           | $\underline{\text{W-Sn-As-Ag}}$<br>$\underline{\text{Mo-Cu-Co-Au}}$        | Обипирюза                                                 | Сложной морфологии ореолы в зонах шестит-касситеритовой минерализации                                                         |

Геохимические формулы коэффициентов зональности рассчитаны нами для всех геолого-промышленных типов месторождений золота Узбекистана, а также 80 ведущих золото-серебряных и золотосодержащих объектов. Из 53 коэффициентов выведен обобщенный вертикальный ряд, ранжированный по уменьшению случаев встречаемости рудных элементов в формуле (см. табл. 3): Au (53)–Ag (38)–Cu (36)–As (34)–W (31)–Sb (27)–Mo (26)–Co (24)–Ni (21)–Sn (19)–Pb (18)–Zn (13)–Hg (7)–Bi, V (6)–Cr (5)–Fe, Pt, Ti (3)–Be, Mn, Cd, U, F (2)–Te, Li, Ba, Nb, B (по 1).

Первый очевидный вывод, следующий из порядка элементов в приводимом ряду, говорит о том, что только Au достигает 100%-ной встречаемости, а 50%-ную встречаемость преодолели лишь Ag, Cu, As, W, Sb и на граничном уровне Mo. Также очевидно, что во главе индивидуальных рядов стоят основные элементы-рудобразователи, подкрепляемые накоплением Sb, Co, Mo, Pb, Zn, Sn — обычных элементов середины ряда.

Среди всех приведенных элементов неожиданно высокой представляется частота встречаемости W, что, прежде всего, объясняется существенным увеличением в последние годы плотности наблюдений за его распределением, многообразием форм миграции в рудно-метасоматических процессах и особенно при ореолообразовании. Реально это связано с активным участием W в создании парагенезисов в обогащенных сульфидами типах руд, формировании не только тыловых, но и фронтальных (внешних) частей ореольных полей (элементы дальней миграции), включая и зоны окисления с Au, Ag и др.

Вольфрамовая минерализация — характерный признак многих крупных месторождений золота, локализованных в углеродисто-терригенных толщах Азии (Мурунтау и Кокпатас, Узбекистан; Кумтор, Кыргызстан; Бакырчик и Суздальское, Казахстан; Олимпиада, Неждановское, Майское, Наталкинское, Россия). Все эти месторождения — значительные объекты по запасам W [5].

Присутствие Mo, Co, Ni в формулах коэффициентов зональности в существенной мере обусловлено их легким и надежным определением в породах и рудах спектральными эмиссионными методами — основными в наборе поисковой аналитики. Медь, несмотря на в целом активную роль элемента-индикатора рудной зональности, на отдельных рудных полях (Мурунтауское, Ауминзатауское, западная часть Северонуратинской площади) индифферентна и характеризуется одними из самых низких коэффициентами вариаций.

Заканчивая краткое сопроводительное описание основных элементов (зон) геохимического райони-

рования территории республики, сравним ряды вертикальной геохимической зональности главных золоторудных месторождений бывшего Советского Союза (обобщенные минеральные типы по многочисленным публикациям В.Б.Чекваидзе) и Узбекистана. Для последнего расчеты проделаны на объектах с преобладанием кварц-золотых, кварц-золото-редкометалльных и кварц-золото-сульфидных типов руд. Подобное сравнение при его определенном схематизме и некоторой доли условности, тем не менее, позволяет достаточно отчетливо выделить особенности рудной зональности месторождений золота Узбекистана. Так, во главе их рядов зональности (в апикальных частях месторождений) максимумами концентраций выделяются: Au (особенно), Sb (существенно), As и Ag, тогда как в месторождениях стран СНГ в этой позиции установлены максимумы концентраций Ag, Hg, Ba, Pb (поведение As непоследовательно). Несколько глубже по сравнению с рядом Ag–Pb смещены по вертикали в месторождениях СНГ Cu и Zn, не играющие, однако, заметной роли в рассмотренных нами примерах.

Важно отметить, что в золоторудных месторождениях Узбекистана несравненно выше активность W и его позиция в колонне зональности, а для Au и других металлов в ней к тому же обозначены две позиции максимумов — уровни поверхности и нижнего околорудного пространства (рис. 2).

Несмотря на постоянное нахождение Au среди элементов верхних частей рядов зональности, на многих крупных объектах Кызылкумов выше него могут располагаться максимумы концентраций не только спутников-халькофилов — Sb, Hg, As, но и литофилов — W, Mo. Рассматривая итоги сравнительного анализа применительно к Au, можно утверждать, что его роль как поискового индикатора собственных и комплексных рудных концентраций (особенно промышленных) более значительна в узбекистанской части Тянь-Шаня, чем в других регионах (особенно Казахстана, Кавказа, Сибири, Урала).

Касаясь упомянутых позиций двух максимумов нахождения золота в разрезе рудно-метасоматической колонны, авторы склонны объяснить их следующим. В первой (нижней) позиции проявлена тенденция Au к концентрации в богатой сульфатами среде из-за возникшего высокого сродства к S и индифферентности к O и F [2]. То же характерно и для Mo, Co, Cu, которые, концентрируясь в сульфидных расплавах, также создают максимумы концентраций в тыловых зонах рудных ореолов. При этом происходит «маскировка» Hg и Sb, которая настолько сильна, что они как бы «исчезают» из рядов зональности. Однако под влиянием Se миграционные

3. Ряды вертикальной геохимической зональности золоторудных месторождений и проявлений  
Западного и Южного Узбекистана

| Au-Cr-<br>Pt-Sul          | Au-U-RM  |                    | Au-RM                |                      |                         | Au-RM-Q              |           | Au-Sul-Q                |         |                    |          |                          |                    |                 |
|---------------------------|----------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------|-------------------------|---------|--------------------|----------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Cr                        |          |                    |                      |                      |                         |                      |           | Au                      | Cu      |                    |          |                          |                    |                 |
| Cu                        | As       | Au                 |                      | W                    | Li                      | W                    | Au        | As                      | Mo      |                    | Au       | Au                       |                    | As              |
| As                        | Bi       | W                  | As                   | Sn                   | Sn                      | Sn                   | Pb        | Cu                      | Cd      | Cu                 | As       | Ag                       | Ag                 | Hg              |
| Au                        | Ag       | F                  | Bi                   | Au                   | W                       | Au                   | As        | Pb                      | W       | Sb                 | Sb       | Pb                       | Pb                 | Sb              |
| Pb                        | Sb       | Ag                 | Sn                   | As                   | Be                      | Be                   | Ag        | Zn                      | Co      | As                 | Ag       | Zn                       | Sb                 | Ag              |
| Fe                        | Te       | Bi                 | Mo                   | Mo                   | Cu                      | Cu                   | Mo        | Sn                      | Ni      | Au                 | Cu       | Cu                       | Au                 | Au <sup>2</sup> |
| Co                        | Au       | Mo                 | W                    | B                    | Mo                      | Ni                   | Cu        | Mo                      | Zn      | W                  | Ni       | W                        | W                  | W <sup>2</sup>  |
| Ni                        | W        | Sn                 | Au                   | Cu <sup>2</sup>      | B                       | Co                   | W         | Ni                      | V       | Ni                 | Co       | As                       | Cu                 |                 |
| Pt                        | U        | U                  | Восточный<br>Ингичке | Яхтон,<br>Кызылтурук | Лолабулак,<br>Туркуйлюк | Актосты,<br>Тозбулак | Джаркудук | Зенгембо,<br>Шейхджейли | Орозалы | Дженсай,<br>Бозтау | Кокпатас | Тамдыбулак,<br>Балпантау | Ясвай,<br>Карашохо | Мютенбай        |
| Ti                        |          |                    |                      |                      |                         |                      |           |                         |         |                    |          |                          |                    |                 |
| Тебинбулак,<br>Кокралысай | Мурунтау | Сарытау,<br>Турбай |                      |                      |                         |                      |           |                         |         |                    |          |                          |                    |                 |

| Au-Sul-Q    |                |                       |                         |            |           |                 |          |              |    |              |    |                   |          |
|-------------|----------------|-----------------------|-------------------------|------------|-----------|-----------------|----------|--------------|----|--------------|----|-------------------|----------|
|             |                | Au                    |                         |            |           |                 |          |              |    | As           |    |                   |          |
|             |                | Ag                    | Au                      | Sb         | Hg        | Hg              | Pb       | Au           | Hg |              | Sb | As                | Sb       |
| Sb          | As             | As                    | Ag                      | As         | Sb        | Ag              | Ag       | Sb           | Ag | Sn           | As | Ag                | Ag       |
| Ag          | Sb             | V                     | Sb                      | Pb         | As        | Sb              | Sb       | As           | Sb | Ag           | Ag | Pb                | As       |
| W           | Au             | Sb                    | As                      | Au         | Au        | Au              | As       | Ag           | Nb | As           | Au | Sb                | Au       |
| Cu          | Cu             | W                     | Zn                      | W          | W         | Cr              | Bi²      | Cu           | Sn | Au           | Cu | Au                | Cu       |
| Mo          | W              | Mo                    | Cd                      | Mo         | Mo        | Ni              | W        | Pb           | Mo | Ni           | V  | Zn                | Mo       |
| Au          | Mo             | Ni                    | W                       | Co         | Co        | Co              | Au       | Ni           | V  | Co           | Ni | Pt                | W        |
| Бесаяпангау | Айрык, Аристан | Co                    | Mo                      | Cu         | Pb        | Cu              | Заримтан | Co           | Ni | Учколь-Чабат | Co | Бахмал, Зарабулак | Чинарсай |
|             |                | Cu                    | Давон, Жолдас, Песчаное | Амантайгау | Даугызгау | Бельгау, Таушан |          | Марджанбулак | Au |              |    |                   |          |
|             |                | Гобдунгау, Каракчагау |                         |            |           |                 |          |              |    |              |    |                   |          |

Продолжение табл. 3

| Au-Ag-Pol |    |                     | Au-Pol-Carb-Ba    |                                 | Au-Sul-Q-Carb |                                   | Au-Q-Arg    |
|-----------|----|---------------------|-------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------|
| Ag        | Cu | Ag                  | As                | Pb                              | Bi            | Au                                | Au          |
| Ag        | As | Ag                  | As                | Pb                              | Bi            | Au                                | Au          |
| Fe        | Ag | Pb                  | Au                | Zn                              | Ag            | As                                | Sb          |
| V         | Sn | Zn                  | Ag                | Ag                              | Pb            | Ag                                | As          |
| Ni        | Sb | Au                  | Sb                | Au                              | Hg            | Sb                                | Hg          |
| Au        | V  | Mo                  | Co                | Co                              | Cu            | W                                 | Cu          |
| Ti        | Co | Ni                  | Ni                | Cu                              | W             | Sn                                | Sn          |
| Pt        | Cr | Co                  | Bi                | Mo                              | Sn            | Zn                                | Co          |
| Zn        | W  | Sn                  | Mo                | Bi                              | Au            | Mo                                | Ni          |
| Юлсай     | Ау | Колчиктау<br>фланги | Баайгыр<br>фланги | Баайгыр<br>фронтальная<br>часть | Кульджуктау   | Колчиктау<br>фронтальная<br>часть | Аката, Акба |

Примечание. Рудные формации: Au-Cr-Pt-Sul — золото-хром-платина-сульфидная, Au-U-RM — золото-уран-редкометаллическая, Au-RM — золото-редкометаллическая, Au-RM-Q — золото-редкометаллическо-кварцевая, Au-Sul-Q — золото-сульфидно-кварцевая, Au-Sn-Sul — золото-касситерит-сульфидная, Au-Sn-Sil — золото-касситерит-силикатная, Au-W-Mo-Q — золото-вольфрам-молибден-кварцевая, Au-Q — золото-кварцевая, Au-Pol-Q — золото-полисульфидно-кварцевая, Au-Pol — золото-полисульфидная, Au-Cu-Pol-Q — золото-медно-полисульфидно-кварцевая, Au-Cu-Pol — золото-медно-полисульфидная, Au-Ag-Sul-Q — золото-серебро-сульфидно-кварцевая, Au-Ag-Pol — золото-серебро-полисульфидная, Au-Pol-Carb-Ba — золото-полисульфидно-карбонат-баритовая, Au-Sul-Q-Carb — золото-сульфидно-кварц-карбонатная, Au-Q-Arg — золото-кварц-аргиллизитовая; жирная линия — разграничение относительно рудного уровня: нижнего окорудного пространства (все элементы ниже линии), верхнего окорудного пространства (1-й элемент ряда выше линии), промежуточного уровня (2-й и 3-й элементы), уровня поверхности (4-й и 5-й элементы).

возможности Hg (а для наших примеров особенно Sb) резко возрастают (часто с Cu, V, Zn, Bi), что передвигает максимумы их концентраций во фронтальные участки ореольных полей.

Если этот процесс сопровождается ростом сульфидности среды, то начинается изменение геохимических характеристик золота, для которого преобладающей становится тонкодисперсная (сульфидная) форма вхождения, а отсюда и доля в общем балансе «упорного» золота, растут величина его отношения к серебру, неравномерность распределения и полиминеральность. Это потенциально ухудшает технологические качества золотоносных руд, что необходимо учитывать при прогнозной оценке подобного оруденения.

Накопление золота во второй (верхней) позиции связано, особенно в месторождениях кварц-золотой и золото-сульфидной формаций, с селенидами (остающимися в продуктах рудообразования незаметными) и теллуридами, поддерживающими высокий миграционный потенциал золотоносных комплексных соединений. Что же касается тесно связанных с золотом серебра и мышьяка, то их миграция в апикальную часть золоторудных месторождений (промежуточный уровень зональности)

происходит в виде галоидных комплексов высокой металлоэкстрагированности.

Остановимся на латеральной зональности распределения золота, возникающей при его химическом выщелачивании и механическом перемещении при гипергенном преобразовании золоторудных месторождений. Задумаемся над вопросом, каковы миграционные возможности золота за пределами коренного источника, способствовавшие образованию перемещенных золотоносных ореолов.

Рассматривая проблемы россыпеобразующей способности основных золоторудных формаций в разных геотектонических условиях, С.Д.Шер [8] пришел к выводам о ее резком различии и невозможности прямого локального прогноза рудных запасов золота по россыпным запасам. По материалам С.Д.Шера (уточненным в работе Д.Н.Сафронова) [6], нами построена диаграмма (рис. 3), на которой показано, что размах отношения руда/россыпь может достигать даже трех порядков с обратными знаками.

В Узбекистане соотношения рудных и россыпных запасов золота резко обратно пропорциональны, причем наибольшей россыпеобразующей спо-



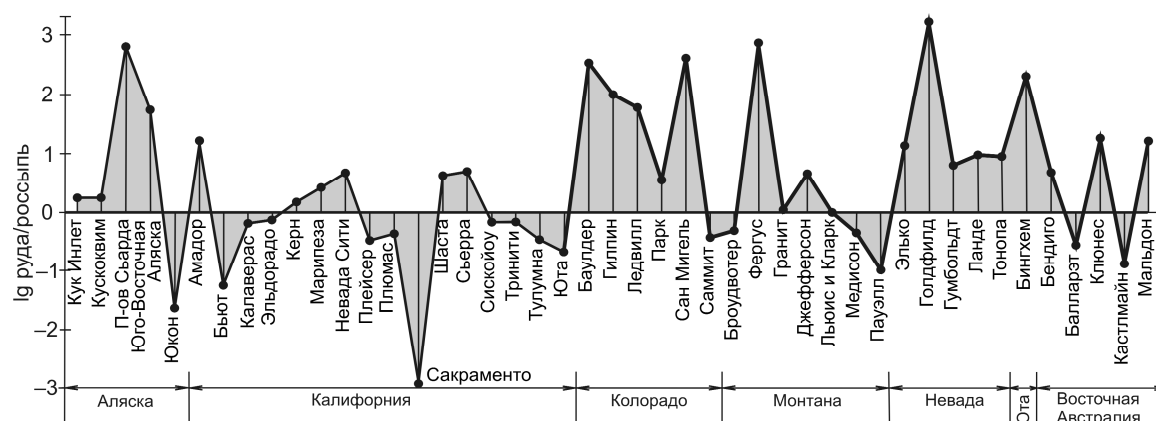


Рис. 3. Диаграмма соотношений руда/россыпь золоторудных месторождений США и Восточной Австралии, построена по данным Д.Н.Сафронова (1985), заимствованным из работы С.Д.Шера (1972)

при анализе структур геохимических полей Западного Узбекистана была отмечена их главная генетическая особенность — проявление осевой региональной зональности. Осевая зональность с участием золота, т.е. проявления его в различных региональных геохимических парагенезисах, в принципе отразила как общее снижение с запада на восток (Кызылкумы — Нуратау — Туркестанский хребет, горы Мальгузар) металлогенического потенциала Au и W, так и его увеличение для Hg и Sb;

полученные для Кызылкумов и Нуратау морфогенетические характеристики геохимических ореольных полей, определение места золота в их латеральных и вертикальных сечениях, а также рассчитанные ряды вертикальной геохимической зональности имеют определенное поисковое значение, особенно при разбраковке результатов геохимических съемок золотоносных узлов, полей и зон. Это может привести к изменению в их пределах стратегии поисков и переоценке перспектив за счет флангов и глубоких горизонтов золоторудных месторождений [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. Методика изучения рудоносных структур в терригенных толщах. — М.: Недра, 1988.
2. Маракушев А.А. Петрогенезис и рудообразование. — М.: Наука, 1979.
3. Перспективы расширения Мурунтау-Косманачинского рудного узла (Центральные Кызылкумы, Узбекистан) / Ю.Б.Ежков, Р.Р.Рахимов, Б.Б.Василевский и др. // Руды и металлы. 2009. № 2. С. 28–45.
4. Прогнозная оценка глубоких горизонтов и флангов золоторудных месторождений / Под ред. В.А.Нарсеева. — М.: ЦНИГРИ, 1989.
5. Рафаилович М.С., Шевкунов А.Г., Колоскова С.М., Ежков Ю.Б. Вольфрамовая минерализация в крупных месторождениях золота в углеродисто-терригенных толщах Средней Азии // Геология и минеральные ресурсы. 2013. № 3. С. 16–28.
6. Сафронов Д.Н. Использование количественных соотношений между россыпной и коренной золотоносностью для регионального прогноза // Разведка и охрана недр. 1985. № 6. С. 59–62.
7. Смыслов А.А. Принципы и методы геохимических исследований при прогнозировании и поисках рудных месторождений. — Л.: Недра, 1979.
8. Шер С.Д. Металлогения золота (Северная Америка, Австралия и Океания). — М.: Недра, 1972.