

УДК: 552.311:553 (575.1)

doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2025-64-1-22-29

## РУДОНОСНОСНЫЕ МОНЦОНИТОИДЫ САРЫЧЕКУ АЛМАЛЫКСКОГО РАЙОНА (СРЕДИННЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

Феруза Бахтиёровна Каримова<sup>1✉</sup>, Денис Икрамович Джуманиязов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз (ИГиГ), Ташкент, Республика Узбекистан; karimova.ingeo@mail.ru ✉

<sup>2</sup> Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз (ИГиГ), Ташкент, Республика Узбекистан; denisbey@list.ru

**Аннотация.** В статье приводятся новые фактические материалы месторождения Сарычеку. Также рассматривается распределение петрогенных, рудных и редких элементов в породах основания карьера. Представляется, что редкометалльная специализация обусловлена проявлением штоков кварцсодержащих сиенит-порфиров.

**Ключевые слова:** рудное поле, медно-молибденовое месторождение, благородные, редкие металлы, минералого-геохимические особенности, золото, серебро, медь, молибден

**Для цитирования:** Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И. Рудоносные монзонитоиды Сарычеку Алмалыкского района (Срединный Тянь-Шань) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2025. № 1. С. 22–29.

## ORE-BEARING MONZONITOIDS OF SARYCHEKU ALMALYK DISTRICT (MIDDLE TIEN-SHAN)

Feruza B. Karimova<sup>1✉</sup>, Denis I. Jumaniyazov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> H.M. Abdullaev Institute of Geology and Geophysics. State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral resource, Tashkent, Uzbekistan; karimova.ingeo@mail.ru ✉

<sup>2</sup> H.M. Abdullaev Institute of Geology and Geophysics. State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral resource, Tashkent, Uzbekistan; denisbey@list.ru

**Abstract.** The article presents new factual materials of the Sarychek deposit. The distribution of petrogenic, ore and rare elements in the rocks of the quarry base is also examined. It seems that the rare metal specialization is due to the manifestation of quartz-containing syenite porphyry rods.

**Keywords:** ore field, copper-molybdenum deposit, noble, rare metals, mineralogical and geochemical features, gold, silver, copper, molybdenum

**For citation:** Karimova F.B., Jumaniyazov D.I. Ore-bearing monzonitoids of Sarycheku Almalyk district (Middle Tien-Shan). *Moscow University Geol. Bull.* 2025; 1: 22–29. (In Russ.).

**Введение.** К геолого-промышленным типам медно-рудных месторождений Узбекистана относятся полиформационные комплексные медно-порфировые месторождения Алмалыкского горнорудного района, в которых медь является ведущим полезным ископаемым, как по запасам промышленных руд, так и по количеству проявлений оруденения.

В настоящее время в районе известны очень многие проявления меди, из них несколько крупных месторождений: Кальмакыр, Ёшлик (Дальнее), Кызата, Сарычеку и др. Руды этих месторождений являются высококомплексными и кроме меди содержат молибден, золото, серебро, серу, рений, селен, теллур и другие компоненты. Полезные ископаемые от этих месторождений добываются открытым способом.

Месторождение Сарычеку расположено в предгорной части северного склона Кураминского хребта, между Мисканским и Саргаламским разломами, на правом борту реки Саукбулак, левого притока реки Ахангаран. Рудовмещающими породами здесь являются порфировые штоки и эффузивы кварцевых

порфиров. Медно-молибденовое месторождение Сарычеку было обнаружено в 1933 г. Начиная с 1955 г. были организованы геологоразведочные работы. Геологическое строение сходно с месторождением Кальмакыр, отрабатывается карьером [Каримова, Джуманиязов, 2023].

**Постановка задачи.** Почти все медно-порфировые месторождения и рудопроявления Узбекистана находятся в Кураминских горах. Сарычеку является одним из важных медно-порфировых месторождений наряду с Кальмакыром и Ёшлик (Дальним) [Каримова и др., 2023]. Изучение минералогии и геохимии руд глубоких горизонтов месторождения Сарычеку весьма актуально в связи с его отработкой рудником и в связи с повышением комплексности руд.

Медь является обычным элементом для месторождения Сарычеку, который определяет промышленную ценность. Потенциально рудоносны на медь, молибден и благородные металлы малые интрузии гранодиорит-порфиров, выделенные как гушсайского, куюндинского, алмалыкского, джаныбекского

Таблица 1

Химический состав (в вес. %) пород месторождения Сарычеку

|    | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO | MnO | MgO | CaO | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | п.п.п. | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | Сумма |
|----|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|------------------|-------------------------------|--------|-----------------|------------------|-----------------|-------|
| 1  | 57,5             | 0,6              | 14,6                           | 2,0                            | 4,0 | 0,1 | 5,6 | 6,0 | 2,7               | 3,3              | 0,3                           | 3,1    | 0,4             | 0,3              |                 | 100   |
| 2  | 60,3             | 0,5              | 15,7                           | 2,3                            | 2,7 | 0,1 | 1,8 | 3,6 | 1,7               | 4,1              | 0,2                           | 5,9    | 2,3             | 0,3              |                 | 102   |
| 3  | 62,4             | 0,5              | 15,0                           | 2,4                            | 2,2 | 0,1 | 1,9 | 5,1 | 1,9               | 3,6              | 0,3                           | 3,8    | 0,6             | 0,1              |                 | 100   |
| 4  | 60,9             | 0,5              | 15,5                           | 3,0                            | 2,9 | 0,1 | 2,1 | 3,6 | 3,0               | 3,6              | 0,3                           | 3,6    | 0,4             | 0,1              |                 | 100   |
| 5  | 62,9             | 0,5              | 15,9                           | 2,5                            | 2,4 | 0,1 | 1,8 | 3,7 | 2,4               | 3,7              | 0,2                           | 3,0    | 0,8             | 0,1              |                 | 100   |
| 6  | 62,6             | 0,5              | 15,7                           | 2,7                            | 2,4 | 0,1 | 2,0 | 4,5 | 1,9               | 3,3              | 0,2                           | 3,3    | 2,7             | 0,1              |                 | 102   |
| 7  | 66,0             | 0,4              | 14,0                           | 1,4                            | 2,5 | 0,1 | 1,2 | 2,8 | 2,7               | 4,4              | 0,2                           | 3,4    | 1,2             | 0,2              |                 | 101   |
| 8  | 63,5             | 0,5              | 15,5                           | 2,0                            | 2,7 | 0,1 | 1,9 | 4,2 | 2,7               | 3,7              | 0,2                           | 2,4    | 0,5             | 0,2              |                 | 100   |
| 9  | 66,9             | 0,3              | 14,7                           | 1,3                            | 2,2 | 0,1 | 1,0 | 2,2 | 3,1               | 4,3              | 0,2                           | 2,7    | 0,9             | 0,1              |                 | 100   |
| 10 | 63,7             | 0,6              | 13,7                           | 2,7                            | 2,1 | 0,1 | 3,1 | 2,5 | 0,7               | 4,9              | 0,3                           | 4,8    | –               | –                |                 | 101,8 |
| 11 | 67,3             | 0,3              | 12,8                           | 1,6                            | 1,7 | 0,1 | 0,9 | 2,0 | 2,8               | 3,7              | 0,2                           | 6,4    | 0,8             | 0,1              |                 | 101   |
| 12 | 63,8             | 0,4              | 15,4                           | 2,0                            | 2,4 | 0,1 | 1,7 | 3,8 | 2,5               | 3,6              | 0,2                           | 3,1    | 0,2             | 0,1              |                 | 99    |
| 13 | 63,9             | 0,33             | 13,3                           | 1,3                            | 2,3 | 0,1 | 1,5 | 4,1 | 1,1               | 4,0              | 0,2                           | 7,1    | –               | –                |                 | 99,5  |
| 14 | 51,0             | 0,7              | 12,8                           | 3,2                            | 4,5 | 0,2 | 7,1 | 8,7 | 2,2               | 2,9              | 0,4                           | 5,4    | –               | –                |                 | 99,1  |
| 15 | 55,6             | 0,7              | 14,5                           | 3,3                            | 4,9 | 0,2 | 7,5 | 8,3 | 2,4               | 2,4              | 0,4                           | 4,9    | –               | –                |                 | 99,7  |
| 16 | 54,9             | 0,7              | 15,4                           | 3,9                            | 3,8 | 0,1 | 2,5 | 3,8 | 2,6               | 3,7              | 0,5                           | 7,9    | 1,6             | 0,2              |                 | 102   |
| 17 | 58,8             | 0,9              | 16,3                           | 2,6                            | 3,4 | 0,2 | 4,8 | 1,5 | 1,9               | 5,0              | 0,2                           | 3,6    | –               | –                |                 | 100,7 |
| 18 | 61,9             | 0,8              | 16,1                           | 0,9                            | 3,5 | 0,1 | 4,0 | 1,5 | 3,2               | 4,5              | 0,2                           | 3,0    | 0,3             | 0,1              |                 | 100   |
| 19 | 54,8             | 0,4              | 16,4                           | 2,4                            | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 7,9 | 6,4               | 2,4              | 0,2                           | 7,7    | –               | –                |                 | 102,7 |
| 20 | 62,4             | 0,5              | 16,4                           | 2,9                            | 2,5 | 0,1 | 1,6 | 3,0 | 4,4               | 3,4              | 0,3                           | 1,5    | 0,2             | 0,1              |                 | 99    |
| 21 | 62,7             | 0,5              | 15,2                           | 2,5                            | 2,2 | 0,1 | 1,7 | 3,3 | 4,3               | 3,1              | 0,3                           | 3,7    | 0,1             | 0,1              |                 | 100   |
| 22 | 66,0             | 0,5              | 14,6                           | 1,9                            | 2,1 | 0,1 | 1,2 | 2,5 | 3,8               | 3,9              | 0,2                           | 2,3    | 0,6             | 0,1              |                 | 100   |
| 23 | 63,9             | 0,4              | 15,1                           | 1,7                            | 2,9 | 0,1 | 1,6 | 3,3 | 3,5               | 3,7              | 0,2                           | 2,5    | 0,1             | 0,1              |                 | 99    |
| 24 | 64,3             | 0,4              | 14,9                           | 2,1                            | 2,4 | 0,1 | 1,4 | 2,8 | 3,5               | 4,2              | 0,2                           | 2,7    | 0,2             | 0,1              |                 | 99    |
| 25 | 47,9             | 0,8              | 15,0                           | 3,4                            | 5,1 | 0,3 | 8,0 | 4,7 | 2,7               | 2,1              | 0,4                           | 8,8    | 7,1             | 0,1              |                 | 106   |
| 26 | 57,2             | 0,7              | 16,5                           | 2,4                            | 3,7 | 0,1 | 2,1 | 3,7 | 5,8               | 4,0              | 0,2                           | 2,8    | 1,1             | 0,2              | 0,1             | 100,3 |
| 27 | 61,2             | 0,6              | 11,8                           | 3,5                            | 1,4 | 0,1 | 1,2 | 2,4 | 4,4               | 5,7              | 0,2                           |        |                 | 0,5              |                 | 93,0  |

Примечание: 1–6 — диориты, 7–13 — гранодиориты; 14–15 — монцогаббро; 16 — монцодиориты; 17–19 — монцониты; 20–24 — кварцевые монцониты; 25 — эссексит; 26 — трахитовая формация Северного Тамдытау, Кураминская зона (среднее из 32 анализов) [Ахунджанов и др., 2019]; 27 — трахит [Арапов, 1983].

типов и «розовые» Сарычеку. Согласно работе [Медно-порфировые..., 1974], гранодиорит-порфиры «розовые» Сарычеку в других местах Алмалыкского района не установлены. Они обнажаются в виде небольшого штока в центральной части месторождения Сарычеку и являются основной рудовмещающей средой. Порфировые малые интрузии размещены в толщах андезитов и кварцевых порфиров раннего девона и карбонатно-терригенных пород среднего девона-нижнего карбона, прорывают гранодиориты Кураминского батолита (C<sub>2</sub>) и ассоциирующие с ними вулканогенные свиты андезидацитового состава. На месторождении Сарычеку выделены также дайки и некки с эруптивными брекчиями (так называемые «черные» гранодиорит-порфиры, диабазы, диоритовые порфириты, гранодиорит-порфиры

роговообманковые, сиенодиоритовые порфириты, граносиенит-порфиры, сиенит-порфиры и фельзит-порфиры пермского возраста) [Ахунджанов и др., 2023].

**Материалы и методы.** Из пород современной донной части карьеров месторождения Сарычеку авторами изучены и проанализированы силикатными, химическими, масс-спектрометрическими (ICP-MS-7500 Series Flilent Technologies (Япония)) методами габбро-диориты, гранодиориты, граниты, монцогаббро, монцодиориты, кварцевые монцониты, монцониты.

**Результаты и их обсуждение.** Ранее в публикациях были приведены минералого-геохимические особенности типов и сортов руд медно-порфировых месторождений Ёшлик (Дальнее) и Кальмакыр Ал-

Таблица 2

Нормативный состав (по методу CIPW) пород месторождения Сарычеку

|    | кварц | анортит | альбит | ортоклаз | корунд | диопсид | гиперстен | ильменит | магнетит | апатит | циркон | хромит |
|----|-------|---------|--------|----------|--------|---------|-----------|----------|----------|--------|--------|--------|
| 1  | 6,2   | 17,3    | 23,1   | 22,2     |        | 9,0     | 18,8      | 1,1      | 1,5      | 0,1    | 0,01   | 0,04   |
| 2  | 22,3  | 17,5    | 15,7   | 26,8     | 2,4    | –       | 12,4      | 1,0      | 1,3      | 0,6    | 0,01   | –      |
| 3  | 22,7  | 22,3    | 16,4   | 23,2     | –      | 2,2     | 10,3      | 1,0      | 1,1      | 0,7    | 0,01   | 0,01   |
| 4  | 14,0  | 16,8    | 26,2   | 25,6     | 0,7    | –       | 14,1      | 1,0      | 1,5      | 0,7    | 0,01   | –      |
| 5  | 20,3  | 17,5    | 22,2   | 24,1     | 1,2    | –       | 11,9      | 0,9      | 1,2      | 0,6    | 0,01   | –      |
| 6  | 24,1  | 21,8    | 16,5   | 20,9     | 1,2    | –       | 12,7      | 0,9      | 1,3      | 0,6    | 0,01   | –      |
| 7  | 23,6  | 13,0    | 24,1   | 7,92     | –      | 0,4     | 8,7       | 0,8      | 0,99     | 0,37   | 0,03   | 0,01   |
| 8  | 18,9  | 18,9    | 22,9   | 24,6     | –      | 0,8     | 11,3      | 0,9      | 1,2      | 0,6    | 0,01   | 0,01   |
| 9  | 23,6  | 30,0    | 27,1   | 6,4      | 0,9    | –       | 7,9       | 0,7      | 0,9      | 0,4    | 0,01   | –      |
| 10 | 26,95 | 25,7    | 29,1   | 30,8     | 3,4    | –       | 14,97     | 1,23     | 1,2      | 0,6    | 0,01   | 0,01   |
| 11 | 29,8  | 9,3     | 25,1   | 25,8     | 0,6    | –       | 7,5       | 0,7      | 0,9      | 0,4    | 0,01   | –      |
| 12 | 22,3  | 18,3    | 21,8   | 23,5     | 0,6    | –       | 10,9      | 0,87     | 1,1      | 0,6    | 0,01   | –      |
| 13 | 31,6  | 20,7    | 9,98   | 25,9     | 0,1    | –       | 9,7       | 0,7      | 0,96     | 0,4    | 0,01   | 0,01   |
| 14 | –     | 15,5    | 20,0   | 21,3     | –      | 22,6    | 8,7       | 1,4      | 1,97     | 0,9    | 0,01   | 0,03   |
| 15 | –     | 22,3    | 20,8   | 15,7     | –      | 14,9    | 15,1      | 1,5      | 2,1      | 0,9    | 0,01   | 0,04   |
| 16 | 9,1   | 16,4    | 23,2   | 29,8     | 1,1    | –       | 18,5      | 1,4      | 2,0      | 1,3    | 0,03   | –      |
| 17 | 15,6  | 6,7     | 16,5   | 31,1     | 5,6    | –       | 20,73     | 1,8      | 1,5      | 0,46   | 0,03   | 0,01   |
| 18 | 15,1  | 6,0     | 27,8   | 27,7     | 3,9    | –       | 16,4      | 1,5      | 1,1      | 0,5    | 0,03   | 0,01   |
| 19 | –     | 9,4     | 48,9   | 15,8     | –      | 10,2    | –         | 0,9      | 0,7      | 0,5    | 0,01   | –      |
| 20 | 9,9   | 13,2    | 38,1   | 24,1     | –      | 0,4     | 11,6      | 1,0      | 1,32     | 0,6    | 0,01   | 0,01   |
| 21 | 13,3  | 12,1    | 37,0   | 22,1     | –      | 2,8     | 9,7       | 1,0      | 1,2      | 0,6    | 0,01   | –      |
| 22 | 18,8  | 10,3    | 32,9   | 26,5     | –      | 1,2     | 8,1       | 0,9      | 1,0      | 0,5    | 0,01   | –      |
| 23 | 16,5  | 13,5    | 10,0   | 11,5     | –      | 1,9     | 10,0      | 0,8      | 1,2      | 0,5    | 0,01   | 0,01   |
| 24 | 16,2  | 11,1    | 30,6   | 28,8     | –      | 1,57    | 9,4       | 0,8      | 1,1      | 0,5    | 0,01   | 0,01   |
| 25 | –     | 22,7    | 25,1   | 14,1     | 0,7    | –       | 24,7      | 1,6      | 2,2      | 1      | 0,01   | 0,04   |

Примечания см. табл. 1.

малыкского рудного района, выявлена их полихронность и полиформационность. Было отмечено, что формирование месторождения Ёшлик связывается с малыми интрузиями диоритов и главным образом монцодиоритов и монцонитов, представляется возможная связь оруденения золота, серебра и платиноидов с plutonicкими дайковыми образованиями [Karimova, et al., 2022]. На месторождении Кальмакыр определено, что смена медного оруденения с глубиной на медно-молибденовое обусловлено сменой диоритов монцонитоидами. Золотые и серебряные руды представляются наложенными, молодыми и связанными с дайками основного и кислого состава [Karimova, et al., 2023].

Силикатные анализы 25 проб показали широкое разнообразие пород (табл.1, 2, рис. 1). Большая часть их представлена диоритами и гранодиоритами известково-щелочного ряда. Субщелочная ассоциация пород характеризуются гомодромным рядом монцонитоидов: монцогаббро-монцодиорит (сиенодиорит) — монцонит-кварцевый монцонит. На классификационной диаграмме  $SiO_2-(Na_2O + K_2O)$  (рис. 1) в поле монцонитов и кварцевых монцонитов локализованы также силикатные анализы сиенит-порфиров и трахитов.

По петрографическим исследованиям пород месторождения Сарычеку можно отметить следующее:

- по индексу насыщенности глиноземом  $al'$  1–3, большинство образцов относятся к высокоглиноземистым и весьма высокоглиноземистыми, и попадают в поле перенасыщенных алюминием пород;
- по индексу фемичности  $f'$  5–12 породы являются лейкократовыми ( $f' < 16$ ), лишь породы 18, 19 попадают в область мезократовых;
- по индексу железистости  $Kf$  умеренно железистыми являются несколько образцов (39–42 %), несколько пород обладают повышенной железистостью (53–58 %), наиболее высокая железистость у гранодиорит-порфиров (59–69 %);
- коэффициент апаитности  $Ca$  варьирует в пределах 0,4–0,7, но не превышает 1, следовательно, все количество натрия и калия заключено в полевых шпатах; также породы характеризуются средней и повышенной магнезиальностью ( $M$  0,3–0,6);
- коэффициент окисления железа  $\phi$  в среднем составляет 0,4 (0,3–0,5).

В гипогенных месторождениях медь представлена халькопиритом, борнитом, медным колчеданом (до 4 % Cu). Большая часть меди сосредоточена в халькопирите в глубоких горизонтах изучаемого

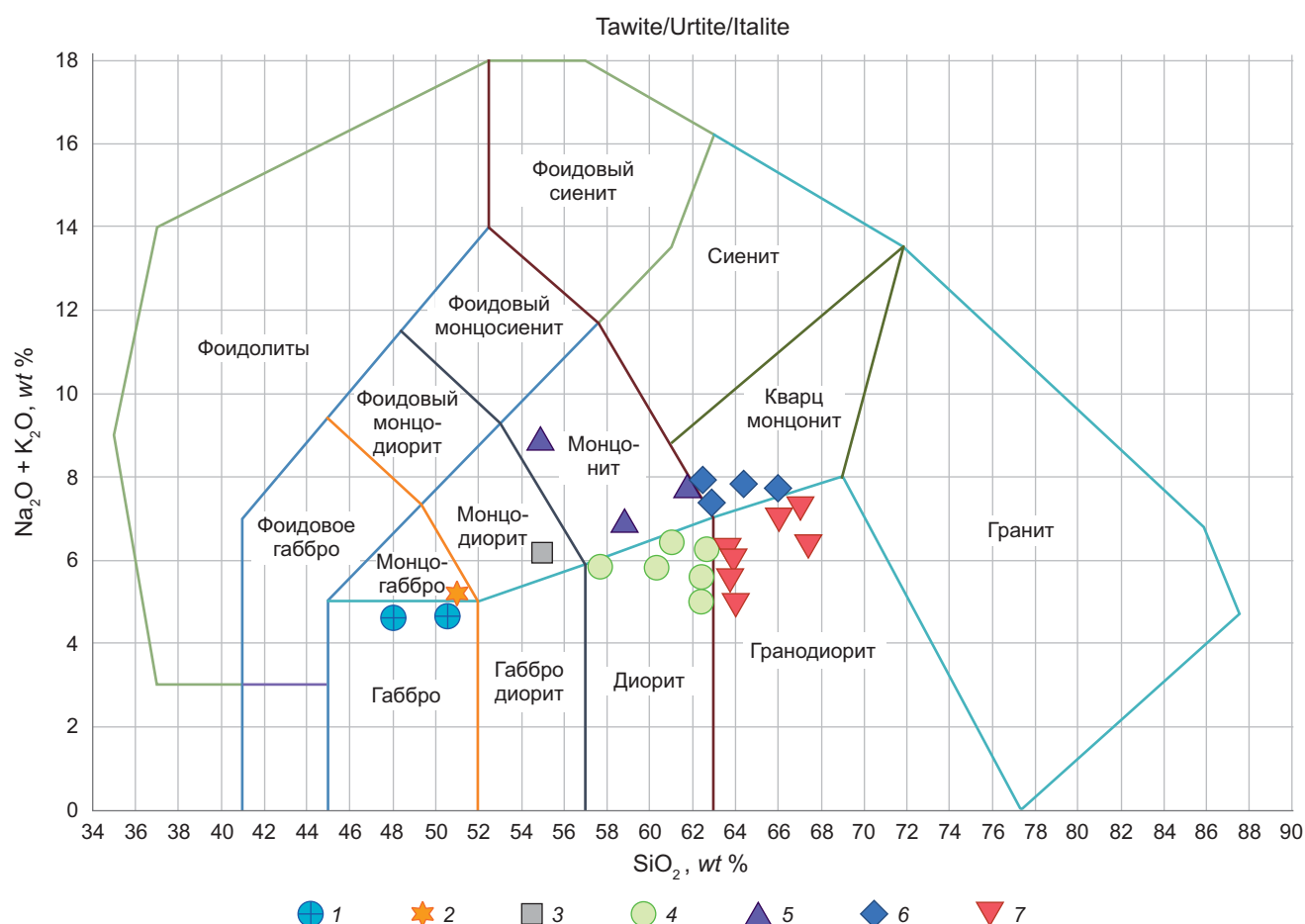


Рис. 1. Диаграмма  $\text{SiO}_2$ –( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) для пород месторождения Сарычеку: 1 — габбро; 2 — монцогаббро; 3 — монцодиорит; 4 — диорит; 5 — монцонит; 6 — кварцевый монцонит; 7 — гранодиорит

месторождения Сарычеку (рис. 2). В рудах, богатых вторичными сульфидами, встречаются в виде халькопиритов, халькоцитов и купритов. Вторичные медные минералы (малахит, азурит, хризоколл) образуются в зоне окисления [Каримова и др., 2023].

По результатам масс-спектрометрического определения содержания элементов-примесей в образцах горных пород месторождения Сарычеку (61 элемент, 38 проб) сделаны пересчеты на кларки-концентрации в земной коре и построены диаграммы (рис. 3). Определено, что значения следующих элементов оказались несколько вышекларковыми: B, P, Sc, V, Fe, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sb, Te, Ba, Yb, Hf, W, Re, Au, Pb, Bi и U. Показатели металлоидных и металлических элементов выше кларка во всех образцах. Содержание теллура в 1260 раз больше, чем кларк в земной коре. Висмут в исследованных нами образцах варьирует от 20 до 1511 раз выше кларка. Мышьяк увеличивается до 3–44 раз по сравнению с кларком в земной коре, что указывает на обилие арсенопирита в полученных породах. Селена в породах в 10–406 раз больше, чем кларк в земной коре. Селен встречается в ассоциации с мышьяком, сурьмой и теллуrom.

Основными рудообразующими минералами на месторождении считаются пирит, халькопирит, молибденит (рис. 2). Кроме того, халькозин, борнит,

самородная медь часто встречаются в зоне окисления и вторичного сульфидного обогащения.

По данным химических, пробирных и микронзондовых исследований в продуктивных сульфидах (пирите, халькопирите, молибдените, галените, сфалерите, блеклых рудах) установлены значительные концентрации Se, Te, Bi, Re, Ag, Au и др. [Туресебеков, Василевский, 2006]. Часть вышеперечисленных элементов, находящихся в сульфидах, присутствуют в ультратонкодисперсной форме (невидимые формы), а другая часть образует собственные минеральные формы. Из минералов редких элементов самыми распространенными в количественном отношении являются висмутовые минералы.

По изученным аншлифам горных пород месторождения Сарычеку представляется, что руды медно-порфировой, медно-молибден-порфироворудой ассоциации имеют различные содержания ценных минералов. Содержания рудных минералов в изученных аншлифах колеблются от частых зерен до 5–10 %. Преобладают содержания рудных минералов 2–5 %. Текстура рудных минералов в основном вкрапленная, реже прожилково-вкрапленная, прожилковая, гнездовая (агрегативные скопления), редко каемчатая. Структура руд тонкозернистая, мелкозернистая, неравномернозернистая, алло-

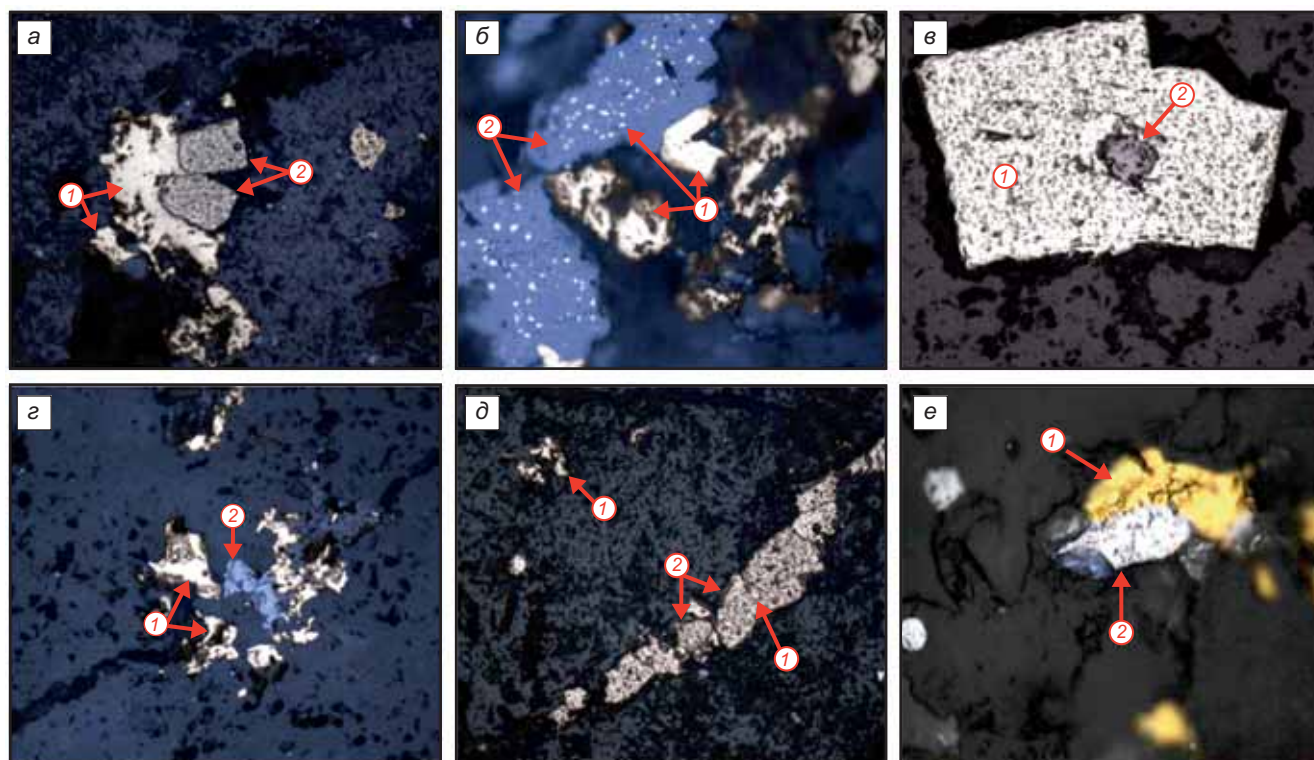


Рис. 2. Фотографии аншлифов в отраженном свете, без анализатора. *а* — увел. 100<sup>х</sup>. 1 — халькопирит, 2 — пирит. Сросток пирита с халькопиритом; *б* — увел. 1000<sup>х</sup>. 1 — халькопирит, 2 — сфалерит. Тонкие вкрапления в сфалерите; *в* — увел. 200<sup>х</sup>. 1 — пирит, 2 — магнетит. Включения магнетита в пирите; *г* — увел. 200<sup>х</sup>. 1 — халькопирит, 2 — антимонит. Сросток антимонита с халькопиритом; *д* — увел. 100<sup>х</sup>. 1 — халькопирит, 2 — пирит. Прожилок пирита и халькопирита; *е* — увел. 1000<sup>х</sup>. 1 — халькопирит, 2 — пирит. Пирит в сростке с халькопиритом

триморфнозернистая и др. Рудная минерализация представлена в основном сульфидами различных металлов и оксидами железа. Основными сульфидами являются пирит и халькопирит. Оксидные минералы железа представлены магнетитом и гематитом. Изученные аншлифы руд месторождения Сарычеку по минеральному составу представлены сульфидами, в основном халькопиритом и пиритом. В единичных аншлифах установлены борнит и в незначительных количествах ковеллин.

Халькопирит является основным ценным минералом в изученных образцах. Содержание халькопирита в изученных аншлифах колеблется от единичных зерен до 5–7 %, преобладают содержания халькопирита в 1–3 %. Халькопирит присутствует в виде вкраплений, агрегативных сростков с пиритом в прожилках и часто по трещинам пород. Установлены тонкие вкрапления халькопирита в нерудных минералах и пирите. Часто халькопирит развивается в межзерновом пространстве нерудных минералов, образуя аллотроморфную структуру. Отмечается молибденит как попутный минерал, установлен в ассоциации с халькопиритом, реже пиритом в единичных, частых зернах в виде вкраплений в нерудной массе, в сростке с халькопиритом. Также, в единичных зернах отмечаются молибденит, галенит, сфалерит, пирротин, антимонит, рутил, ильменит, гидроксиды железа и др.

Последними исследованиями карьера месторождения Сарычеку выявлено широкое разнообразие пород как известково-щелочного (диориты, гранодиориты), так и субщелочного рядов — монцогаббро, монцодиориты, монцониты и кварцевые монцониты. Монцонитоидами сложены штоки и дайки, в которых породы имеют порфировую структуру и основную массу от стекловатой до тонко-мелкозернистой.

Порфировые выделения представлены корродированными таблитчатыми выделениями серицитизированного плагиоклаза в стекловатой основной массе розового цвета и изометричными кристаллами гороховидного кварца. По внешнему виду и микроскопически породы представляется как монцодиориты, сиенит-порфиры и трахиты.

Помимо меди в полиформационных медных месторождений также содержатся молибден, золото, серебро, рений, теллур, селен, висмут, платиноиды и другие элементы. Интерес представляют также свинец и цинк, для которых характерны высокие значения средних содержаний и коэффициентов корреляции с главными компонентами (табл. 3).

По результатам анализа среднее количество минеральных элементов составляет (г/т): Cu — 355; Zn — 109; As — 35,49; Se — 3,15; Mo — 20,66; Ag — 1,1; Sn — 2,06; Sb — 1,74; Te — 0,34; W — 4,02; Re — 0,01; Au — 0,29; Pb — 44,22; Bi — 1,38.

Таблица 3

Содержание химических элементов в породах месторождения Сарычеку (г/т)

| № п/п                                    | № проб | Название породы    | Cu                                       | Zn   | As    | Se   | Mo    | Ag   | Sn   | Sb    | Te    | W    | Re    | Au    | Pb    | Bi     |
|------------------------------------------|--------|--------------------|------------------------------------------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 1                                        | Ср-3   | Диорит             | 101,2                                    | 85,2 | 34,1  | 0,5  | 194   | 1,1  | 1,22 | 2,63  | 0,3   | 7,52 | 0,01  | 0,01  | 20,3  | 2,14   |
| 2                                        | Ср-4   | Монцонит           | 2928,2                                   | 151  | 10    | 13,5 | 79,9  | 1,35 | 4,01 | 0,97  | 0,3   | 4,01 | 0,01  | 0,038 | 21,7  | 1,22   |
| 3                                        | Ср-5   | Диорит             | 45,7                                     | 115  | 9,07  | 0,5  | 10,3  | 0,59 | 1,88 | 2,09  | 0,3   | 3,36 | 0,01  | 0,01  | 30,6  | 1,16   |
| 4                                        | Ср-6   | Монцонит           | 2178,7                                   | 79,2 | 12,9  | 20,3 | 35,9  | 2,51 | 5,64 | 1,65  | 0,3   | 4,69 | 0,01  | 3,47  | 25,4  | 0,35   |
| 5                                        | Ср-7   | Гранодиорит        | 88,9                                     | 115  | 22,1  | 0,5  | 8,42  | 1,01 | 2,62 | 2,27  | 0,3   | 4,69 | 0,01  | 0,05  | 87,9  | 10     |
| 6                                        | Ср-8   | Диорит             | 19,5                                     | 91,1 | 54,1  | 8,64 | 6,23  | 0,56 | 1,96 | 3,03  | 0,3   | 3,39 | 0,01  | 3,47  | 25,3  | 0,41   |
| 7                                        | Ср-10  | Гранодиорит        | 31,2                                     | 96,8 | 33,3  | 0,5  | 4,58  | 0,56 | 1,63 | 1,2   | 0,3   | 3,88 | 0,01  | 0,01  | 98,8  | 0,61   |
| 8                                        | Ср-11  | Кварцевый монцонит | 14,9                                     | 100  | 35    | 13,5 | 4,52  | 0,56 | 2,21 | 1,82  | 0,3   | 3    | 0,01  | 0,01  | 21,6  | 0,67   |
| 9                                        | Ср-12  |                    | 123,3                                    | 81,7 | 20,1  | 0,5  | 9,37  | 1,12 | 1,67 | 0,92  | 0,3   | 2,53 | 0,01  | 0,01  | 20,2  | 0,84   |
| 10                                       | Ср-13  | Монцонит           | 13,4                                     | 29,9 | 26,6  | 0,5  | 5     | 0,75 | 1,29 | 0,89  | 1,26  | 3,36 | 0,01  | 0,01  | 24,4  | 4,19   |
| 11                                       | Ср-14  | Кварцевый монцонит | 14,3                                     | 57,9 | 29,9  | 2,3  | 2,04  | 0,42 | 1,8  | 1,33  | 0,3   | 2,44 | 0,01  | 0,01  | 17,9  | 0,62   |
| 12                                       | Ср-15  | Диорит             | 22,4                                     | 90,8 | 57,2  | 4,28 | 4,08  | 0,95 | 1,22 | 0,85  | 0,3   | 2,88 | 0,01  | 0,01  | 41,6  | 0,55   |
| 13                                       | Ср-17  | Монцодиорит        | 32,5                                     | 137  | 17,3  | 1,68 | 25,8  | 1,18 | 1,61 | 2,74  | 0,3   | 2,09 | 0,01  | 0,01  | 42,4  | 1,07   |
| 14                                       | Ср-18  | Кварцевый монцонит | 32,8                                     | 75,1 | 33,4  | 3,46 | 7,96  | 0,64 | 1,99 | 1,67  | 0,3   | 1,77 | 0,01  | 0,01  | 45,5  | 0,62   |
| 15                                       | Ср-20  | Гранодиорит        | 188,8                                    | 122  | 16,8  | 0,5  | 15,3  | 0,99 | 2,12 | 1,04  | 0,3   | 2,47 | 0,01  | 0,01  | 149   | 0,69   |
| 16                                       | Ср-23  | Гранодиорит        | 1708,7                                   | 131  | 12    | 0,5  | 49,4  | 2,9  | 3,21 | 2,85  | 0,3   | 6,11 | 0,01  | 0,03  | 115   | 0,94   |
| 17                                       | Ср-24  | Гранодиорит        | 23,7                                     | 51,1 | 24    | 0,5  | 7,7   | 1,43 | 2,67 | 0,706 | 0,3   | 3,1  | 0,01  | 0,01  | 38    | 0,88   |
| 18                                       | Ср-27  | Гранодиорит        | 129,7                                    | 93,4 | 23,5  | 0,5  | 5,69  | 0,62 | 1,09 | 1,72  | 0,3   | 3,01 | 0,01  | 0,01  | 21,8  | 0,24   |
| 19                                       | Ср-29  | Диорит             | 121,8                                    | 97,5 | 25,3  | 0,5  | 8,84  | 1,22 | 1,62 | 2,14  | 0,3   | 3,49 | 0,01  | 0,01  | 32,4  | 2,44   |
| 20                                       | Ср-31  | Монцогаббро        | 96,1                                     | 151  | 66,1  | 3,15 | 5,1   | 0,67 | 1,1  | 1,31  | 0,3   | 7,09 | 0,01  | 0,01  | 24,5  | 0,51   |
| 21                                       | Ср-32  | Диорит             | 112,8                                    | 89,4 | 65,1  | 0,5  | 7,27  | 1,08 | 1,71 | 3,03  | 0,3   | 6,84 | 0,01  | 0,01  | 32,9  | 0,32   |
| 22                                       | Ср-33  | Гранодиорит        | 30,3                                     | 70,2 | 74,8  | 0,5  | 4,74  | 0,30 | 2,2  | 2,2   | 0,3   | 2,26 | 0,01  | 0,01  | 22,9  | 0,18   |
| 23                                       | Ср-36  | Габбро             | 123,8                                    | 226  | 50,5  | 0,5  | 3,66  | 0,77 | 0,97 | 1,84  | 0,3   | 5,52 | 0,01  | 0,01  | 23,1  | 0,56   |
| 24                                       | Ср-37  |                    | 670,6                                    | 331  | 35,8  | 0,5  | 6,49  | 1,76 | 2,2  | 0,62  | 0,3   | 4,83 | 0,01  | 0,01  | 92,8  | 2,83   |
| 25                                       | Ср-38  | Кварцевый монцонит | 17,8                                     | 68,5 | 98,4  | 0,5  | 4,2   | 0,24 | 1,83 | 1,93  | 0,3   | 6,09 | 0,01  | 0,01  | 29,5  | 0,26   |
| Среднее содержание                       |        |                    | 355                                      | 109  | 35,49 | 3,15 | 20,66 | 1,01 | 2,06 | 1,74  | 0,34  | 4,02 | 0,01  | 0,29  | 44,22 | 1,38   |
| Кларк элемента (по Виноградову, 1962 г.) |        |                    | 47                                       | 83   | 1,7   | 0,05 | 1,1   | 0,07 | 2,50 | 0,05  | 0,001 | 1,3  | 0,001 | 0,004 | 16    | 0,01   |
| Кларк-концентрации                       |        |                    | 7,6                                      | 1,3  | 20,9  | 63,1 | 18,8  | 14,5 | 0,8  | 34,8  | 338   | 3,1  | 14,3  | 67,7  | 2,8   | 152,78 |
| Геохимический ряд степени накопления     |        |                    | Cu-Zn-As-Se-Mo-Ag-Sn-Sb-Te-W-Re-Au-Pb-Bi |      |       |      |       |      |      |       |       |      |       |       |       |        |

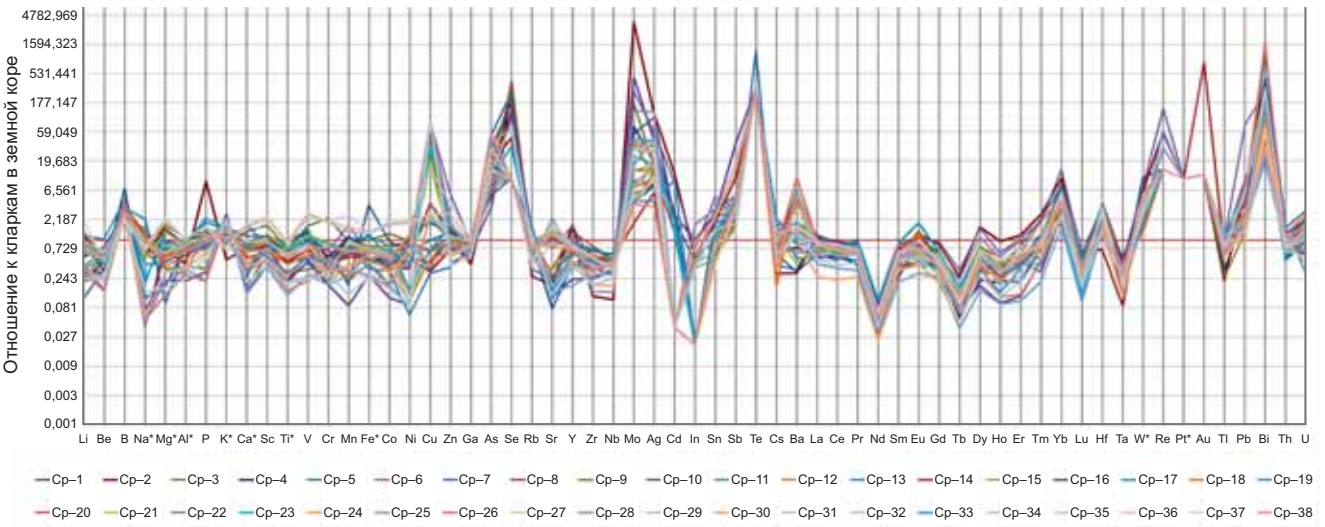


Рис. 3. Спайдерграмма распределения элементов-примесей в горных породах

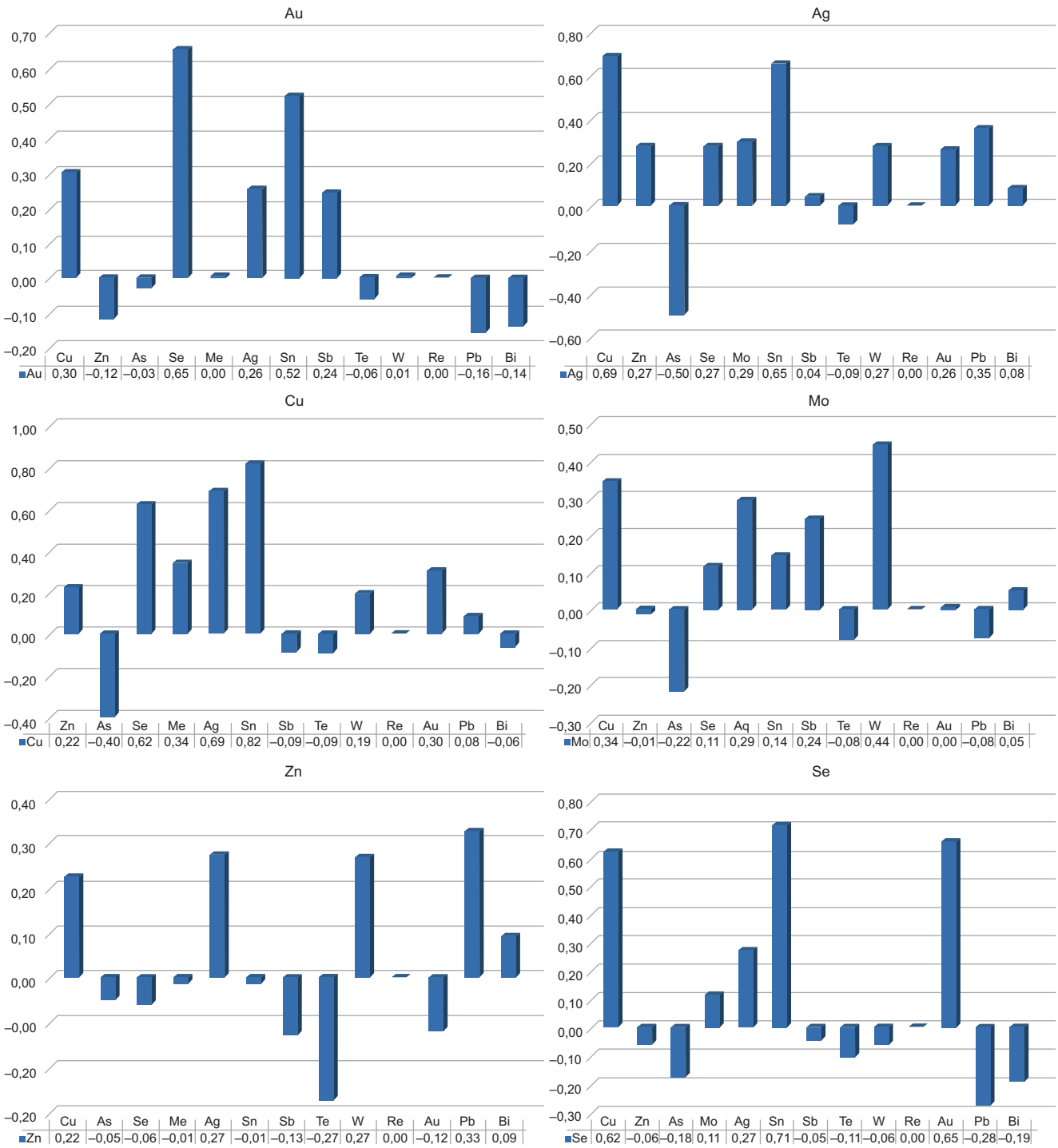


Рис. 4. Гистограмма корреляции рудных элементов месторождения Сарычеку

В породах месторождения Сарычеку рудные элементы взаимосвязано распространены между собой (рис. 4). Для следующих пар мы устанавливаем отношения для отдельных элементов (%):  
для **золота** — медь 0,30, селен 0,65, серебро 0,26, олово 0,52;  
для **серебра** — медь 0,69, мышьяк 0,50, молибден 0,29, олово 0,65, золото 0,26, свинец 0,35;  
для **меди** — серебро 0,74, олово 0,82, сурьма 0,43, рений 0,43;  
для **молибдена** — медь 0,34, серебро 0,29, вольфрам 0,44;

для **цинка** — серебро 0,27, вольфрам 0,27, свинец 0,33;  
для **селена** — медь 0,62, серебро 0,27, олово 0,71, золото 0,65.  
Согласно полученным результатам, наряду с золотом и серебром в магматических породах месторождения Сарычеку обнаружены медь, селен, золото, мышьяк, молибден, свинец, сурьма, рений, вольфрам и цинк. Полученные результаты служат дальнейшему развитию минерально-сырьевой базы данного месторождения.  
Результаты исследований показали, что в рудах глубоких горизонтов месторождения Сарычеку кро-

ме извлекаемых основных рудообразующих элементов присутствует большое количество элементов-примесей (селен, теллур, висмут, золото, серебро, рений и др.) и они имеют практический интерес при комплексном использовании руд месторождения. Установлено значительное распространение редкоземельных и уран-ториевых минералов, и выявление минерализации их на глубоких горизонтах месторождения Сарычеку указывает на их тесную связь с вмещающими риолитами.

**Выводы.** Все образцы имеют вышекларковое значения серебра — от 6 до 115 раз. Сообщается, что значения золота в 11–806 раз больше, чем кларк в земной коре, при этом самые высокие значения составляют 806 раз в монцоните и диорите. Наибольшее количество золота наблюдается в монцонитах. Кроме того, гранодиорит-порфиры и дайки, обнаруженные на месторождении, также содержат небольшое количество золота.

Из результатов анализов проб месторождения Сарычеку значения молибдена доходит до 3636 раз превышающих кларк в земной коре, в форме молибденита отмечается в двух минеральных ассоциациях — в молибденитовой и пирит-халькопиритовой, которые парагенетически связаны с кварц-калциспатовыми и кварц-серицитовыми метасоматитами. Содержание молибдена в первичных рудах колеблется от 0,001 до 0,1 %, и глубина распространения молибденита достигает 300–350 м [Каримова, Джуманиязов, 2023]. С глубиной содер-

жание молибдена увеличивается, максимум развития его приурочено к интервалу 250–300 м.

В целом, можно видеть зараженность пород основания карьера Сарычеку ураном, молибденом, вольфрамом, рением, медью, цинком, свинцом, висмутом, мышьяком, селеном, сурьмой, теллуrom, платиной, золотом и серебром. Из распределения редкоземельных элементов видно, что породам свойственно наличие европиевого минимума, что характеризует их как продукты явлений дифференциации, возможно, основной магмы.

Большинство этих элементов наряду с медью и молибденом являются рудными и главными на золото-серебряных месторождениях Алмалык-Ангренской металлогенической зоны. Образование руд Au, Ag, Te, Se, As, U связывается с наиболее поздними дайками лампрофиров [Каримова, 2020] широко представленными на месторождениях Кызылалма и Кочбулак.

Формирование их связывается с малыми интрузиями диоритов и главным образом монцодиоритов и монцонитов. Представляется возможная связь оруденения золота, серебра и платиноидов с плутоническими дайковыми образованиями [Каримова, 2020]. Этими проявлениями разновременных и гетерогенных рудно-магматических систем в пределах Чаткало-Кураминской горячей точки объясняется авторами пространственная совмещенность руд меди, редких, благородных металлов и формирования Большого Алмалыка [Каримова, Джуманиязов, 2022].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арапов В.А. Вулканизм и тектоника Чаткало-Кураминского региона. Ташкент: Фан, 1983. 256 с.

Ахунджанов Р., Рафигов Я.М., Зенкова С.О., Каримова Ф.Б. Вулканические и плутонические ассоциации Узбекистана: Монография. Ташкент: ГП «ИМР», 2019. 270 с.

Ахунджанов Р., Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И. Рудно-магматические ассоциации медно-порфировых месторождений Алмалыкского района (Республика Узбекистан) // Геология и минеральные ресурсы. 2023. № 4. С. 30–34.

Каримова Ф.Б. Плутонические дайки золото-серебряных месторождений Алмалык-Ангренского района. Ташкент: Lesson Press, 2020. 113 с.

Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И. Минералого-геохимические особенности пород медно-порфировых месторождений Алмалыкского горнорудного района // Материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием «Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит» 19–22 сентября 2023 г., Владивосток. С. 257–260.

Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И. Полиформационность медно-порфировых месторождений Алмалыка // Материалы международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства — залог прогресса и процветания». Навои, 2022. С. 129–132.

Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И., Хужжиев М.О. Краткие геолого-геохимические особенности пород месторождения Сарычеку (Алмалыкский район, Срединный Тянь-Шань) // VI Международная научная конференция «Геодинамика и минерагения Северной Евразии», посвященная 50-летию Геологического института им. Н.Л. Дубрецова СО РАН, 300-летию Российской академии наук, 100-летию Республики Бурятия и 10-летию науки и технологий, 2023 г., г. Улан-Удэ. С. 277–279.

Медно-порфировые месторождения Алмалыка / Под ред. Х.Т. Туляганова. Ташкент: Фан, 1974. 186 с.

Турсебеков А.Х., Василевский Б.Б. Геолого-генетическая модель формирования руд медно-порфировых месторождений Алмалыкского рудного района, Узбекистан // Руды и металлы. 2006. № 5. С. 67–76.

Karimova F.B., Jumaniyazov D.I., Tevelev A.V. Probable Mineralization of Rocks of the Kalmakyr Deposit, Almalyk District, Central Tien-Shan // Moscow University Geology Bulletin. 2023. 78 (3). P. 349–354.

Karimova F.B., Jumaniyazov D.I., Usmanova S.V., Tevelev A.V. The Mineralogical and Geochemical Features of the Yoshlik Deposit (Almalyk-Angren Mining Region, Uzbekistan) // Moscow University Geology Bulletin. 2022. 77 (6). P. 710–713.

Статья поступила в редакцию 11.07.2024, одобрена после рецензирования 30.10.2024, принята к публикации 28.02.2025