



<https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-9>  
УДК 549:553.3.065(575.14)

## Топоминералогическое прогнозирование гидротермального оруденения на примере Зирабулак-Зиаэтдинского района (Узбекистан)

**В.Д. Цой, С.Е. Булин, А.В. Расулова**

*Институт минеральных ресурсов, ул. Олимлар 64, г. Ташкент, 100164 Узбекистан; vtsoi@inbox.ru*

Статья поступила в редакцию 00.01.2026 г., после доработки 00.00.2026 г., принята к печати 00.00.2026 г

**Аннотация.** В статье приводится методика топоминералогического прогнозирования гидротермального оруденения по наличию типоморфных минералов и пример ее применения для прогноза гидротермального оруденения в Зирабулак-Зиаэтдинском районе Республики Узбекистан. Для района оценен уровень минерализованности геологически выделенных однородных блоков и они сопоставлены с эталонными блоками, включающими известные месторождения. Теоретически возможные рудно-формационные типы месторождений в породах различных свит вынесены на стратиграфо-минералогические колонки.

**Ключевые слова:** топоминералогия, прогнозирование, гидротермальное оруденение, золото, вольфрам, типоморфные несквозные минералы, парагенетическая ассоциация, геологически однородный блок, удельная минерализованность, Узбекистан.

**Финансирование.** Государственная бюджетная тема № 635 «Сравнительная минералого-геохимическая характеристика оцениваемых золоторудных месторождений Узбекистана».

**Благодарности.** Авторы благодарят Ш.П. Алимова и Э.Х. Эргашева (АО «Узбекгеологоразведка») и М.У. Исокова и М.Ш. Ахмедова (ГУ Институт минеральных ресурсов) за содействие в проведении научно-исследовательских работ.

**Вклад авторов:** В.Д. Цой – топоминералогические исследования и количественное прогнозирование золото-серебряного и свинцово-цинкового оруденения в Чаткало-Кураминском районе; С.Е. Булин – адаптация методики для Зирабулак-Зиаэтдинского района; А.В. Расулова – изучение минерального состава рудных объектов для определения элементов картирования и значения минералов в виде удельной минерализованности.

**Для цитирования:** Цой В.Д., Булин С.Е., Расулова А.В. (2026) Топоминералогическое прогнозирование гидротермального оруденения на примере Зирабулак-Зиаэтдинского района (Узбекистан). Минералогия, 12(2), 00–00. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-9>.

## Topomineralogical forecast of hydrothermal mineralization in the Zirabulak-Ziaetdi region (Uzbekistan)

**V.D. Tsoi, S.E. Bulin, A.V. Rasulova**

*Institute of Mineral Resources, ul. Olimlar 64, Tashkent, 100164 Uzbekistan; vtsoi@inbox.ru*

Received 00.00.2026, revised 00.00.2026, accepted 00.00.2026

**Abstract.** The paper presents a method of topomineralogical forecast of hydrothermal mineralization, which is based on the presence of typical minerals, and an example of its application to forecasting the hydrothermal mineralization in the Zirabulak-Ziaetdi region of the Republic of Uzbekistan. For this region, the mineralization level of identified geologically homogeneous blocks is assessed and they are compared with reference blocks with known deposits. Theoretically possible types of ore deposits in various rocks are plotted in stratigraphic-mineralogical columns.

**Keywords:** topomineralogy, forecasting, hydrothermal mineralization, gold, tungsten, typomorphic non-through minerals, paragenetic mineral assemblages, geologically homogeneous block, specific mineralization, Uzbekistan.

**Funding.** State contract no. 635 “Comparative Mineralogical and Geochemical Characteristics of Assessed Gold Deposits of Uzbekistan”.

**Acknowledgments.** We are grateful to Sh.P. Alimov and E.Kh. Ergashev (JSC Uzbekgeologorazvedka) and M.U. Isokov and M.Sh. Akhmedov (State Institute of Mineral Resources) for the assistance in studies.

**Author contribution:** V.D. Tsoi – topomineralogical studies and quantitative forecast of gold-silver and lead-zinc mineralization in the Chatkal-Kurama region; S.E. Bulin – adaptation of method for the Zirabulak-Ziaetdi region; A.V. Rasulova – study of mineral composition of ore objects for identification of mapping elements and significance of minerals as specific mineralization.

**For citation:** . Tsoi V.D., Bulin S.E., Rasulova A.V. (2026) Topomineralogical forecast of hydrothermal mineralization in the Zirabulak-Ziaetdi region (Uzbekistan). *Mineralogy*, 12(2), 00–00. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-9>.

## ВВЕДЕНИЕ

Минералогическое картирование как метод исследования рудных объектов известен давно. Ретроспективные обзоры старинных минералогических карт приведены в работах А.Е. Ферсмана (1953), В.Г. Фекличева (1978), Н.П. Юшкина (1982). Еще в 1936 г. Я.Д. Готман на примере медного месторождения Коунрад (Казахстан) разработал специальную методику составления минералогических карт (Юшкин, 1982). Позднее появился целый ряд оригинальных работ по минералогическому картированию: Н.В. Петровской (1955, 1956) И.Х. Хамрабаева и др. (1971), Н.З. Евзиковой (1972), Б.В. Бродина (1976), В.Г. Фекличева (1978) и др. Их анализ позволил Н.П. Юшкину (1982) выделить следующие типы топоминералогических исследований:

- 1) минералого-геохимические (изучение геологии, минералогии, геохимии и генезиса, школа Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ, г. Москва, Россия));
- 2) специализированные минералогические (методические исследования минералов и минеральных ассоциаций, выявление топоминералогических и минералогических закономерностей, украинская школа);
- 3) кадастрово-описательные (составление минералогических кадастров определенных объектов и районов, узбекская, российская и украинская школы);
- 4) парагенетические (установление парагенетических типов минеральных ассоциаций, сибирская школа В.С. Соболева);
- 5) методические (разработка наиболее эффективных путей топоминералогических исследований, уральская школа Г.Н. Вертушкова, Б.В. Чеснокова). При этом роль минералогических исследований в прогнозно-поисковом комплексе оставалась «в тени» традиционных методов ввиду отсутствия способов количественной оценки, основанной на минералогических данных.

Методические подходы и цели представителей разных школ отличались. Н.В. Петровская (1955, 1956) использовала минералогическое картирование для разработки методов поисков и разведки рудных тел на колчеданных и золоторудных месторождениях. Элементами картирования служили отдельные минералы, минеральные ассоциации, а также минералогические и структурные разновидности руд. Н.З. Евзикова (1972) разработала метод картирования, основанный на габитусных типах кристаллов, отражающих эволюцию минералообразования. Аналогичную работу провел В.И. Зубов, который в качестве элементов картирования использовал габитусные типы кристаллов киновари. Упомянутые авторы пытались использовать кристалломорфологию в качестве поискового критерия.

Ф.Г. Фекличев (1978) провел минералогическое картирование Хибинского щелочного массива (Кольский полуостров), используя в качестве элемента картирования оптические свойства эвдиалита с выявлением пространственных закономерностей их изменения с последующим применением статистических методов. Л.В. Козырева и О.Е. Шемановская составили серию минералогических карт массива с распространением нефелина, полевых шпатов, пироксенов, амфиболов. Эти работы на новом витке развития минералогических методов использованы коллективом под руководством Г.Ю. Иванюка, выполнившим трехмерное минералогическое картирование Ковдорского фоскорит-карбонатитового комплекса (Хибины) для геометаллургического моделирования и оценки перспектив переработки комплексных руд (Ivanjuk et al., 2018a, 2018b; Mikhailova et al., 2018). Для прогноза оруденения данные работы не предназначались.

Г.Н. Вертушков (1972) уделял особое внимание крупномасштабному картированию, применению логико-математических методов и соче-

танию минералогического, геохимического и геологического картирования. Этот подход применил Б.В. Чесноков (1981) для детального минералогического картирования Березовского рудного района (Средний Урал). Разработанные им основы минералогического картирования района были направлены на выявление закономерностей распределения гидротермальной минерализации в пространстве и во времени. Б.В. Чесноковым 1) разработано положение о геологических условиях проявления гидротермальной минерализации рудного района; 2) определены общие и частные задачи минералогического картирования как метода изучения геологических условий минерализации; 3) сформулированы этапы минералогического картирования и их последовательность; 4) разработано положение о минералах-индикаторах эндогенной зональности гидротермальной минерализации; 5) разработана методика определения относительного возраста минералов; 6) выбран типичный («модельный») рудный район с гидротермальной минерализацией для апробирования разработанной методики; 7) на «модельном объекте» выполнен весь комплекс минералогического картирования; 8) даны рекомендации для минералогического картирования других районов с гидротермальным оруденением. Результаты этих работ использовались для совершенствования критериев локального поиска.

В Узбекистане значительные успехи были достигнуты в кадастрово-описательной области. Наиболее значима фундаментальная сводка «Минералы Узбекистана» под редакцией С.Т. Бадалова (1975). А.А. Бабаджанов провел детальное комплексное минералогическое картирование редкометалльного месторождения Лянгар (Навоийская область), которое успешно использовалось при прогнозировании скрытого оруденения. В частности, термолюминесценция и декрептоактивность кальцита контактовых мраморов оказались хорошими индикаторами вольфрамового оруденения. А.П. Исаев и С.Я. Клемперт (1975ф) провели минералогическое картирование жильных образований в Каульдинском рудном поле (Алмалыкский рудный район), в результате которого выделено три жильных узла с разными условиями структурного контроля золотого оруденения.

Нами совместно с А.П. Исаевым (1978ф, 1980ф) проведено структурно-минералогическое картирование в Алтынтюпканском рудном районе. В качестве элементов картирования использовались новообразованные метасоматические мине-

ралы (кварц, карбонат, серицит, хлорит, калиевый полевой шпат и др.), а также экстенсивность проявления жильных минералов, выраженная частотой встречаемости и мощностью жил. В.Ф. Проценко (1989ф) для золоторудного месторождения Амантайтау (Навоийская область) составил карту сульфидности по результатам объемно-вещного определения содержания пирита, которая рекомендована для анализа закономерностей локализации руд и строения рудных тел.

Среднемасштабные (1 : 100000) топоминералогические исследования проведены в Восточном Карамазаре (Цой, 1989ф) и Чаткало-Кураминском районе (Цой, 1994ф, 1997ф). В процессе топоминералогических работ разного масштаба разработана методика топоминералогического прогнозирования (Цой, Исаев, 1999; Цой, 2000, 2001).

Целью работы, результаты которых изложены ниже, стало составление топоминералогической прогнозной карты Зирабулак-Зиаэтдинского района Республики Узбекистан. В этих исследованиях в качестве элементов картирования использованы прямые признаки оруденения – рудообразующие минералы, имеющие строго определенное место в схеме гипогенного минералообразования.

#### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ЗИРАБУЛАК-ЗИАЭТДИНСКОГО РАЙОНА

В геологическом строении Зирабулак-Зиаэтдинского района принимают участие породы следующих свит: карачакдукской PR<sup>?</sup>kr, катармайской PR<sub>2</sub>kt, булямущская R<sub>3</sub>bl, джалкырской R<sub>3</sub>dl, алтыаульской O<sub>2-3</sub>al, ярманчинской O<sub>3</sub>-S<sub>1</sub>jr, дараитутской S<sub>1</sub>dr, катаджарской S<sub>1</sub>kt, терикбабинской S<sub>1</sub>tr, пязынской S<sub>2</sub>pz и др. (рис. 1). На площади установлены следующие формации: 1) карбонатно-эффузивно-терригенная O<sub>2-3</sub>-S<sub>1</sub> с карбонатно-песчано-сланцевой и карбонатно-эффузивно-терригенной фациями нижнего силура; 2) карбонатная (S<sub>1</sub>-D<sub>2</sub>) с доломитовой, кремнисто-карбонатной и известняковой фациями верхнего девона; известняковой и известняково-доломитовой фациями нижнего девона; 3) эффузивно-карбонатно-терригенная (S<sub>2</sub>-D<sub>1-2</sub>) с карбонатно-терригенной и эффузивно-терригенной фациями; 4) порфиново-шлировая (C<sub>1</sub>) с карбонатно-терригенной и терригенно-вулканогенной фациями; 5) молассовая (C<sub>2</sub>), состоящая из конгло-

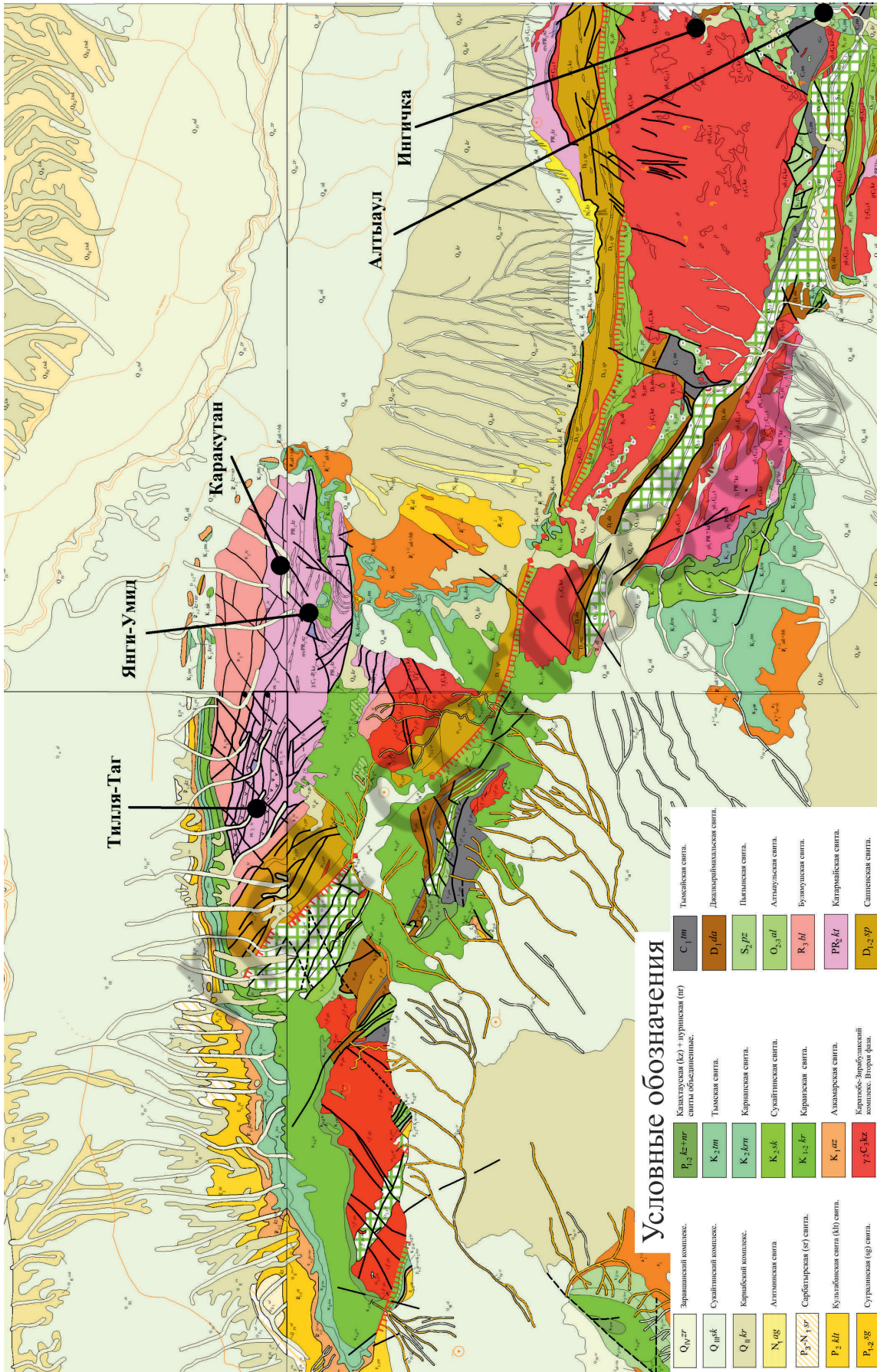


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Зирабулак-Зиаэтинского района, по А.К.Бухарину (Пирназаров и др., 2020).  
 Fig. 1. Schematic geological map of the Zirabulak-Ziaetdi region, after A.K. Bukharin (Pirnazarov et al., 2020).

мератов, гравелитов, песчаников полимиктовых, алевролитов, кварцево-сланцевых сланцев темно-серого и черного цветов. Рудоносность района определяется размещением таких полезных ископаемых как золото, серебро, вольфрам, олово, уран, медь и др. (Пирназаров и др. 2020) (рис. 1).

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Основные методические подходы изложены в трудах Н.П. Юшкина и диссертации В.Д. Цоя (2004). В их основе лежат знания о вещественном составе руд гидротермальных месторождений. При разработке методики составления поминеральных и топоминералогических карт учитывались геологическое строение района, имеющиеся типы рудных объектов (от месторождений до точек минерализации), особенности их формирования, закономерности размещения и частота встречаемости. Суть методики заключается в преобразовании карт рудоносности в поминеральные и топоминералогическую. Для этого производится балльная оценка экстенсивности проявления рудной минерализации на месторождениях, рудопроявлениях и точках минерализации. Исходным материалом служат карта рудоносности района и информация по минералогии существующих рудно-формационных типов месторождений (Цой, Исаев, 1999; Цой, 2001 и др.).

Методика составления поминеральных и топоминералогических карт (Цой, 1999) сводится к выполнению следующих последовательных операций.

1. Вся исследуемая площадь разбивается на элементарные ячейки квадратной формы размером  $2 \times 2$  км, в масштабе карты –  $2 \times 2$  см. Размер ячеек определен, исходя из оптимальной плотности рудных объектов в ячейке. В ней должно быть не менее одного объекта. Рудные объекты представляются в виде набора определенных несквозных рудообразующих минералов. К ним отнесены минералы, занимающие в схеме гипогенного минералообразования строго определенное положение. Это магнетит, рутил, шеелит, арсенопирит, самородное золото, висмутин, сфалерит, блеклая руда, самородное серебро, антимонит.

2. В каждой ячейке подсчитывается экстенсивность проявления основной минерализации в баллах по различным рудным месторождениям, рудопроявлениям и точкам минерализации независимо от рудно-формационного типа. Если в рудных точках указанные минералы попадают в группу главных, то они оцениваются в 3 балла, в группу

второстепенных – в 2 балла и группу редких – в 1 балл. Для рудопроявлений экстенсивность соответственно увеличивается на 1 балл, т. е. для главных минералов – 4 балла, второстепенных – 3 балла и редких – 2 балла. Для месторождений экстенсивность увеличивается еще на один балл (5, 4 и 3, соответственно). Такая поправка дает возможность учитывать масштабы оруденения. Таким образом, в каждой ячейке имеются числовые характеристики экстенсивности для отдельных рудообразующих минералов. Эти числовые характеристики и являются объектом дальнейших обобщений.

3. Геометризация ареалов распространения минерализации изолиниями. Первая изолиния оконтуривает участки с экстенсивностью проявления минерализации в 3 балла, вторая – 5. Выбор этих изолиний исключает пропуск месторождений, указывает на общие закономерности распределения минерализации и перспективы наращивания запасов минерального сырья за счет доизучения рудопроявлений и точек минерализации.

По району составлены поминеральные и сводная топоминералогическая карты. Ареалы отдельных рудообразующих минералов располагаются закономерно, положение их обусловлено направленностью геолого-структурного развития, последовательностью выделения минералов и долгоживущими рудоконтролирующими структурами. Топоминералогическая карта представляет собой совмещенный вариант всех поминеральных карт. Составление карты перспективных позиций включает следующие работы:

1. Разбивка исследуемой площади на геологически однородные блоки (ГОб, по (Королев, 1976) – отдельные тектонические блоки (в нашем понимании участки)) по естественным геологическим границам (разломам, контактам пород и т. п.), характеризующиеся индивидуальными особенностями геологического строения, планом деформаций и преобладающими условиями размещения оруденения (рис. 2).

2. Построение частных формационных колонок для ГОБов (рис. 3).

3. Подсчет удельных значений экстенсивности минерализации (УМ) для каждого ГОБа. Под УМ понимается отношение суммы баллов в ГОБе к его площади, выраженном количеством элементарных ячеек. По каждому ГОБу даны общая УМ и частная, относящаяся к золотому оруденению.

4. Построение графиков изменчивости значений УМ для исследуемых гидротермального и золо-



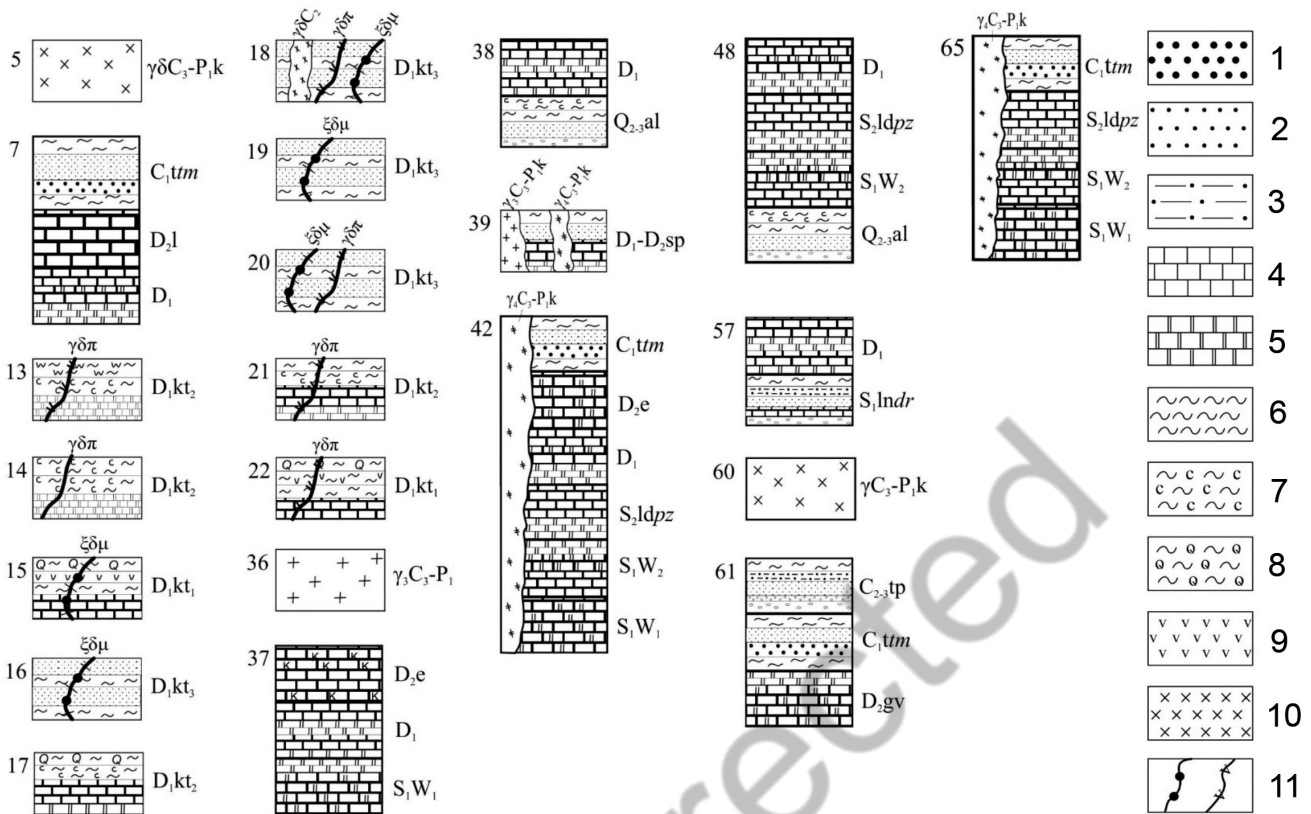


Рис. 3. Литолого-стратиграфические колонки геологически однородных блоков Зирабулак-Зиаэтинского района.

1 – гравелиты; 2 – песчаники; 3 – алевриты; 4 – известняки; 5 – доломиты; 6 – сланцы; 7 – серицитовые сланцы; 8 – кварцевые сланцы; 9 – основные эффузивы; 10 – граниты, гранодиориты; 11 – дайки.

Fig. 3. Lithological-stratigraphic columns of geological homogeneous blocks of the Zirabulak-Ziaetdin region.

1 – gravelite; 2 – sandstone; 3 – siltstone; 4 – limestone; 5 – dolomite; 6 – shale; 7 – sericite shale; 8 – quartz shale; 9 – mafic effusive rocks; 10 – granite, granodiorite; 11 – dikes.

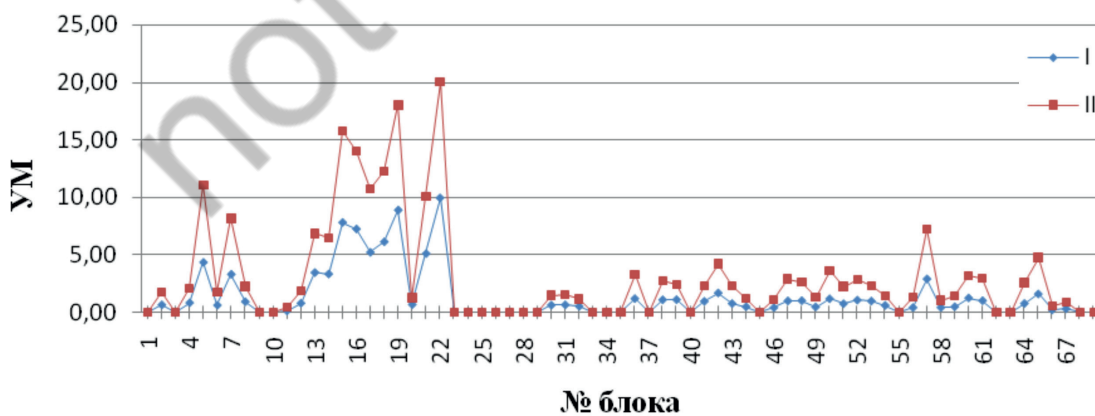


Рис. 4. Изменчивость значений удельной минерализованности (УМ) в геологически-однородных блоках Зирабулак-Зиаэтинского района для золоторудных месторождений (I) и гидротермального оруденения в целом (II).

Fig. 4. Variability of specific mineralization (YM) values in geologically homogeneous blocks of the Zirabulak-Ziaetdin region for gold deposits (I) and hydrothermal mineralization in general (II).



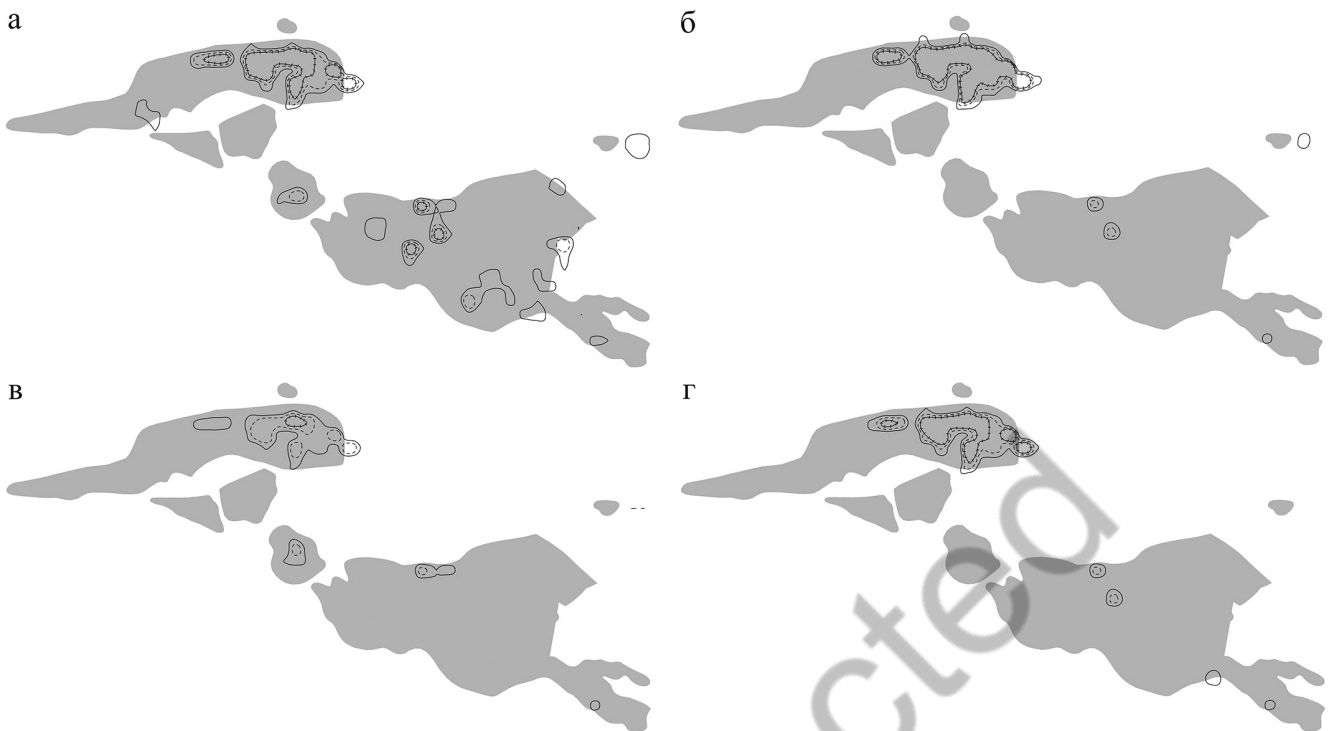


Рис. 6. Поминеральные карты Зирабулак-Зиаэтинского района: а – арсенопирит; б – самородное золото; в – блеклая руда; г – самородное серебро.

Здесь и на рис. 7, изолинии удельной минерализованности: 1 – 3 балла; 2 – 5 баллов; 3 – 7 баллов.

Fig. 6. Mineral maps of the Zirabulak-Ziaetdin region: а – arsenopyrite; б – native gold; в – fahlore; г – native silver.

Here and in Fig. 7: isolines of specific mineralization: 1 – 3 scores; 2 – 5 scores; 3 – 7 scores.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПОМИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ЗИРАБУЛАК-ЗИАЭТИНСКОГО РАЙОНЕ

В основу топоминералогического прогнозирования оруденения в Зирабулак-Зиаэтинском районе положены геологическая и тектоническая карты и данные о разведанных и детально изученных месторождениях (золоторудных Янги-Давон, Каракутан, Тилля-таг, скарново-вольфрамового Ингичка; ртутного Алты-Аул), гидротермальный генезис которых считается доказанным.

На основании изучения минералогической зональности известных месторождений в районе выделены следующие стадии с парагенетическими минеральными ассоциациями (ПМА): силикатно-карбонатная (карбонат-кварц-хлоритовая), ранняя оксидная (магнетит-гематитовая), вольфрамов (альбит-шеелитовая), раннесульфидная (кварц-молибденитовая, халькопирит-пирротиновая, пирит-арсенопиритовая, халькопирит-висмутитовая), полиметаллическая (сфалерит-халькопирит-галенитовая, галенит-блекловорудная), золото-серебря-

ная (тетрадимит-теллурувисмутитовая, золото-гесситовая, золото-серебряная, серебряная), поздняя оксидная (кварц-гематитовая), сульфатная (кварц-барит-галенитовая), сурьмяная (антимонит-бертьеритовая), карбонатно-фторидная (кварц-кальцит-барит-флюоритовая) и силикатно-карбонатная (кварц-карбонатная). В качестве элементов картирования выделены основные рудообразующие минералы, имеющие в схеме гипогенного минералообразования строго определенное положение: магнетит, рутил, шеелит, арсенопирит, самородное золото, висмутин, сфалерит, блеклая руда, самородное серебро, антимонит. Сквозные минералы, такие как пирит, халькопирит, галенит и др. не использовались (табл. 1).

В соответствии с разработанной методикой выполнены следующие последовательные шаги:

1. Выделены ГОБы (рис. 2) и для них составлены литолого-стратиграфические колонки (рис. 3).

2. Проанализирована минералогическая зональность и последовательность минералообразования на эталонных (модельных) месторождениях района (золотых – месторождения Каракутан, Тилля-таг, Янги-Умид; вольфрама – Ингичка; ртути

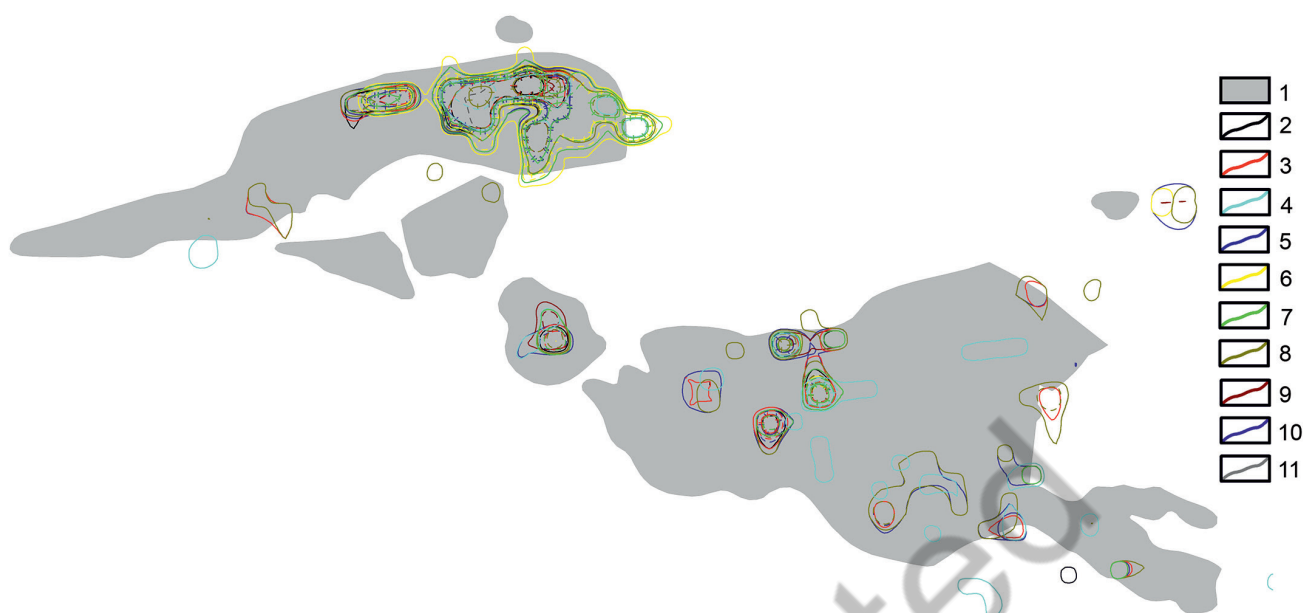


Рис. 7. Топоминералогическая карта Зирабулак-Зиаэтдинского района.

1 – выходы палеозоя; 2 – магнетит; 3 – рутил; 4 – шеелит; 5 – арсенопирит; 6 – самородное золото; 7 – висмутин; 8 – сфалерит; 9 – блеклая руда; 10 – самородное серебро; 11 – антимонит.

Fig. 7. Topomineralogical map of the Zirabulak-Ziaetdin region.

1 – Paleozoic outcrops; 2 – magnetite; 3 – rutile; 4 – scheelite; 5 – arsenopyrite; 6 – native gold; 7 – bismuthinite; 8 – sphalerite; 9 – fahllore; 10 – native silver; 11 – antimonite.

–рудопоявление Алты-Аул) (табл. 1). Установлено, что на месторождениях различных рудно-формационных типов могут быть развиты унифицированные минеральные ассоциации, занимающие определенное место в обобщенной схеме гипогенного минералообразования, одни из которых широко распространены, другие распространены менее, а третьи встречаются в виде редких находок либо отсутствуют в силу геологических особенностей объектов.

3. Рассчитаны УМ и УП для каждого ГОБа (табл. 2, рис. 4), результаты расчетов вынесены на схему разделения рассматриваемого района на ГОБы (рис. 2).

4. Составлена СМТ для района (рис. 5).

5. На основе рассчитанных УМ составлены поминеральные (рис. ба-г) и топоминералогическая карты (рис. 7).

6. Выделены ГОБы, перспективные на золотое и гидротермальное оруденение.

Проведенные исследования позволили выделить перспективные блоки на золотое и, в целом, гидротермальное оруденение (рис. 7). Перспективными на золотое оруденение с уровнем перспективности УП-I (>3) являются ГОБы №№ 5, 7, 13, 14, 15,

16, 18, 19 и 21 и с уровнем перспективности УП-II (1–3) – №№ 36, 38, 39, 48, 50, 57, 60 и 65. Перспективными блоками на гидротермальное оруденение являются ГОБы с уровнем перспективности УП-I (>10) ГОБы № 5, 15, 16, 18, 19 и 21 и с УП-II (2-10) – № 4, 7, 8, 13, 14, 36, 38, 39, 43, 47, 48, 50, 51, 53, 57, 60 и 65.

В районе широко проявлено телескопирование, когда на ранние ассоциации накладываются более поздние. Продуктивная пирит-арсенопиритовая с золотом ПМА является составной частью единой схемы гипогенного гидротермального минералообразования, поэтому наложение перспективных областей вполне понятно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате применения разработанной методики топоминералогического прогнозирования спрогнозировано гидротермальное оруденение в Зирабулак-Зиаэтдинском районе республики Узбекистан. Разработанная методика основывается на использовании прямых признаков оруденения и включает составление поминеральных и топоминералогической карт, учитывающих распределение

Таблица 1. Схема гипогенного минералообразования рудных месторождений Зирабулак-Зиаэтдинского региона  
Table 1. Scheme of hypogene mineral formation of ore deposits of the Zirabulak-Ziaetdi region

Этап	Стадия	ПМА	Типоморфные минералы	Объекты	
Гидротермальный	Карбонатно-силикатная	Карбонат-кварцевая	Кварц, кальцит	1, 2, 3, 4	
	Карбонатно-фторидная	Кварц-кальцит-барит-флюоритовая	Кальцит, кварц, барит, флюорит, целестин	1, 2, 3, 4	
	Сурьмяная	Кварц-антимонитовая	Кварц, <b>антимонит</b> , сурьма, кальцит, <b>киноварь</b>	2, 4	
	Сульфатная	Кварц-барит-галенитовая	Галенит, барит, целестин, халькопирит, кварц, кальцит	1, 4	
	Поздняя окисная	Кварц-гематитовая	Кварц, гематит, кальцит, хлорит	1, 2, 4	
	Золото-серебряная	Собственно серебряная	Золото-серебряная	<b>Серебро самородное</b> , пираргирит, кераргирит, полибазит, аргентит, манганокальцит, халькопирит, блеклая руда	2, 4
				<b>Золото</b> , борнит, халькозин, кюстелит халькопирит, кварц, кальцит, электрум	2
				<b>Золото</b> , гессит, калаверит, алтаит, сильванит, петцит	2
Тетрадимит-теллуrowисмутитовая				Тетрадимит, теллуrowисмутит, халькопирит, жозеит, бурнонит, джемсонит	3
Гидротермальный	Полиметаллическая	Галенит-блеклорудная	Галенит, <b>блеклая руда</b> , <b>сфалерит</b> , кварц, кальцит	1, 2	
		Сфалерит-халькопирит-галенитовая	<b>Сфалерит</b> , халькопирит, галенит, кальцит, хлорит	1, 2	
	Ранне-сульфидная	Халькопирит-висмутовая	Халькопирит, висмутин, клапротит, виттихенит, борнит, самородный висмут, гладит, эмплектит, бенжаминит	3	
		Пирит-арсенопиритовая с золотом	Кварц, пирит, арсенопирит, золото, кобальтин, энаргит, леллингит	1, 2, 3	
		Халькопирит-пирротиновая	Пирротин, халькопирит, марказит	1, 2, 3	
		Кварц-молибденитовая	Кварц, молибденит, пирит, шеелит, халькопирит	3	
	Вольфрамовая	Альбит-шеелитовая	Кварц, альбит, шеелит, серицит, кальцит	2, 3	
	Ранняя окисная	Магнетит-гематитовая	Гематит, <b>магнетит</b> , пирит, эпидот, серпентин, <b>рутил</b>	1, 2, 3	
Силикатно-карбонатная	Карбонат-кварц-хлоритовая	Кварц, хлорит, гематит, пирит	1, 2, 3		
Пневмато-гидротермальный	Водных силикатов	Кварц-серицитовая	Кварц, мусковит, серицит, касситерит, олово самородное	1, 2, 3	
		Кварц-турмалиновая	Кварц, турмалин	1, 3	
		Эпидот-амфиболовая	Эпидот, актинолит, тремолит, ортоклаз	1, 2	
	Безводных силикатов	Волластонит-родонитовая	Бустамит, родонит, волластонит	3	
		Гранат-пироксеновая	Пироксен, гранат	3	

Примечание. Месторождения, участки: 1 – Янги-Давон; 2 – Каракутан; 3 – Тилля-Таг; 4 – Ингичка; 5 – Алтыаул. Жирным выделены несквозные минералы, используемые в качестве элементов картирования.

Note. Deposits, areas: 1 – Yangi-Davon; 2, Karakutan; 3 – Tillya-Tag; 4 – Ingichka; 5 – Altyaul. Non-through minerals using as mapping elements are typed in bold.

Таблица 2. Значения удельной минерализованности (УМ) в геологически однородных блоках (ГОб) Зирабулак-Зиаэтинского региона

Table 2. Values of specific mineralization in geologically homogeneous blocks of the Zirabulak-Ziaetdin region

№ ГОБа	УМ для золотого оруденения	№ ГОБа	УМ для гидротермального оруденения
<b>22</b>	<b>9.95</b>	<b>22</b>	<b>20.03</b>
19	8.89	19	18.02
15	7.82	15	15.79
16	7.25	16	14.04
18	6.13	18	12.27
<b>17</b>	<b>5.21</b>	5	11.07
21	5.10	<b>17</b>	<b>10.69</b>
5	4.34	21	10.10
13	3.45	7	8.16
14	3.33	57	7.23
7	3.30	13	6.84
57	2.89	14	6.46
<b>42</b>	<b>1.68</b>	65	4.76
65	1.59	<b>42</b>	<b>4.19</b>
60	1.24	50	3.58
36	1.18	36	3.25
50	1.17	<b>60</b>	3.15
39	1.09	<b>61</b>	<b>2.94</b>
38	1.08	47	2.90
<b>52</b>	<b>1.05</b>	<b>52</b>	<b>2.83</b>
<b>61</b>	<b>1.00</b>	38	2.70
48	1.00	48	2.61
47	0.98	<b>64</b>	<b>2.57</b>
53	0.97	39	2.41
<b>41</b>	<b>0.95</b>	<b>41</b>	<b>2.31</b>
8	0.91	53	2.30
4	0.82	43	2.25
<b>12</b>	<b>0.78</b>	8	2.24
<b>64</b>	<b>0.76</b>	51	2.24
43	0.75	4	2.04
51	0.73	<b>12</b>	<b>1.86</b>
20	0.67	2	1.72
2	0.64	6	1.71
31	0.64	31	1.54
30	0.61	30	1.47
6	0.60	59	1.45
54	0.60	54	1.39
32	0.51	56	1.33
<b>44</b>	<b>0.48</b>	49	1.30
		20	1.25
		<b>44</b>	<b>1.19</b>

Примечание. Жирным шрифтом выделены ГОБы с месторождениями.

Note. Geologically homogeneous blocks with deposits are typed in bold.

основных рудообразующих минералов в районе. Принцип количественного прогнозирования реализован путем расчета удельной минерализованности в пределах геологически однородных блоков.

Методика включает в себя выделение в качестве объектов изучения и прогнозирования геологически однородных блоков (ГОб) и составление для них формационных колонок, отражающих стратифицированные и интрузивные породы; стратиграфо-минералогических таблиц, учитывающих геологические особенности, стадийность гипогенного минералообразования и продуктивные минеральные ассоциации, характерные для изучаемого района; количественную оценку экстенсивности проявления рудообразующих минералов в ГОБах с применением оригинальной методики и сравнительное сопоставление их с эталонными блоками, включающими известные месторождения. В результате сопоставления на основе числовых значений УМ и УП выделяются перспективные блоки на гидротермальное оруденение и ожидаемые в них рудноформационные типы месторождений.

Методика топоминералогического прогнозирования имеет преимущество перед другими, так как использует прямые признаки оруденения – рудообразующие минералы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Абдукаюмов А.А., Цой В.Д. и др. (1997ф) Составление прогнозно-металлогенической карты Чаткало-Кураминского района на ведущие полезные ископаемые на базе карты рудно-магматических систем масштаба 1 : 100000. Ташкент, ИМР, 213 с.
- Бродин Б.В. (1976) Основы крупномасштабных районально-минералогических исследований при анализе гидротермальной минерализации. *Записки ВМО*, 105(5), 588–597.
- Вертушков Г.Н. (1972) Минералогическое картирование. *Минералогия и петрография Урала. Труды Свердловского горного института*. Свердловск, 86, 2–12.
- Дунин-Барковская Э.А. (1984) Райональные минералогические критерии золотоносности оруденения орогенных областей (на примере Западного Узбекистана). *Записки Узбекского отделения ВМО*, 37, 33–43.
- Евзикова Н.З. (1972) Практический аспект кристалломорфологии касситерита. *Записки ВМО*, 101(2), 237–249.
- Иванов О.П. (1991) Топоминералогический анализ рудных месторождений. Л., Наука, 209 с.
- Королев В.А. и др. (1976ф) Задачи и принципы детального количественного прогнозирования эндогенных руд. Ташкент, САИГИМС, 150 с.
- Литошко Д.Н. (1988) Топоминералогия медно-молибденовой рудной формации полярного Урала. Л., Наука, 212 с.
- Пирназаров М.М., Марипова С.Т., Хошжанова К.К., Аширов М.Б. (2020) Геологические формации и рудоносность Зирабулак-Зиаэтинского горнорудного района. *Горный вестник Узбекистана*, 80, 24–33.
- Проценко В.Ф., Ибрагимов Г., Петров С.Ю. (1989ф) Карта сульфидности горизонта +300 Центрального участка месторождения Амантайтау. Ташкент, САИГИМС (ИМР), 37 с.
- Фекличев В.Г. (1978) О минералогическом картировании и других пространственно-минералогических исследованиях / Новые методы изучения условий формирования и закономерностей распределения горных пород, минералов и руд. Элиста, 193–217.
- Хамрабаев И.Х., Исмаилов М.И., Кучукова М.С., Плаксина А.Б., Бабаджанов А.А. (1971) Минералогические индикаторы и опыт оценки глубинных перспектив скарново-редкометалльных руд (на примере месторождений Западного Узбекистана). *Третье совещание по минералогии, геохимии и комплексному использованию вольфрамовых месторождений СССР*. Л., ЛГУ, 173–175.
- Цой В.Д. (1980ф) Структурно-минералогические признаки поисков скрытого полиметаллического оруденения в Алтынтюпканском рудном районе (Кичик-Чалатинская площадь) Ташкент, САИГИМС, 155 с.
- Цой В.Д. (2001) О распределении рудообразующих минералов Чаткало-Кураминского района и возможностях топоминералогического прогнозирования. *Материалы конференции “Узбекистон Мустақиллиги - унинг фани ва технологиялари ривожлантириши кафедрати” мавзuidaги бешинчи республика илмий конференцияси*, Ташкент, ГКНТ, 150–155.
- Цой В.Д., Дворянкина Л.И., Мирякубова М.Г., Романенко Д.Я. (1989ф) Разработка и внедрение минералого-геохимических поисково-оценочных признаков скрытого золотого оруденения и сопутствующей ему минерализации в Восточном Карамазаре. Ташкент, САИГИМС, 339 с.
- Цой В.Д., Исаев А.П. (1999) Принципы детального количественного прогнозирования и их использование в топоминералогических исследованиях. *Материалы конференции «Маъданли конларни муайян башоратлаш усулларининг холати ва такомиллаштириши муаммолари. Илмий конференция, маърузаларининг тезислари»*. Ташкент, ИМР, 41–43.
- Цой В.Д., Исаев А.П. и др. (1978ф) Структурно-тектонические признаки для поисков скрытого полиметаллического оруденения на глубоких горизонтах Алтынтюпканского рудного поля. Ташкент, САИГИМС, 321 с.
- Цой В.Д., Королева И.В., Исаев А.П. (2000) Минералого-генетические особенности процесса рудообразования на золоторудных месторождениях Центральных Кызылкумов. *Материалы второго Всероссийского пе-*

трографического совещания. Сывктывкар, т. III, 241–243.

Чесноков Б.В. (1981) Минералогическое картирование рудного района с гидротермальной минерализацией. Автореф. дис. д-ра геол.-мин. наук. Л., 1981, 27 с.

Швецов А.Д., Исаев А.П. и др. (1975ф) Условия размещения золотого оруденения в Каульдинском рудном поле и его прогнозная оценка. Ташкент, САИГИМС, т. 1, 261 с.

Юшкин Н.П. Топоминералогия. М., Недра, 1982, 288 с.

Ivanyuk G.Y., Konopleva N.G., Yakovenchuk V.N., Pakhomovsky Y.A., Panikorovskii T.L., Bazai A.A., Mikhailova J.A., Kalashnikov A.O., Goryainov P.M., Bocharov V.N. (2018) Three-D mineralogical mapping of the Kovdor phoscorite-carbonatite complex, NW Russia: III. Pyrochlore supergroup minerals. *Minerals*, 8 (7), 277. <https://doi.org/10.3390/min8070292>

Ivanyuk G.Y., Pakhomovsky Y.A., Panikorovskii T.L., Mikhailova J.A., Bazai A.V., Yakovenchuk V.N., Konopleva N.G., Kalashnikov A.O., Goryainov P.M. (2018) Three-D mineralogical mapping of the Kovdor phoscorite-carbonatite complex, NW Russia: II. Sulfides. *Minerals*, 8 (7), 292. <https://doi.org/10.3390/min8070292>

Mikhailova J.A., Ivanyuk G.Y., Pakhomovsky Y.A., Bazai A.V., Panikorovskii T.L., Yakovenchuk V.N., Konopleva N.G., Kalashnikov A.O., Goryainov P.M. (2018) Three-D mineralogical mapping of the Kovdor phoscorite-carbonatite complex, NW Russia: I. Forsterite // *Minerals*, 8 (7), 260. <https://doi.org/10.3390/min8060260>

## REFERENCES

Abdukayumov A.A., Tsoi V.D. et al. (1997) Unpublished report on the compilation of the forecast-metallogenic map of the Chatkal-Kurama region for leading mineral deposits based on the map of ore-magmatic systems on a scale of 1 : 100000. Tashkent, IMR, 213 p. (in Russian)

Brodin B.V. (1976) Fundamentals of large-scale regional mineralogical studies for the analysis of hydrothermal mineralization. *Zapiski VMO (Proceedings of the Russian Mineralogical Society)*, 105(5), 588–597 (in Russian)

Chesnokov B.V. (1981) Mineralogical mapping of an ore region with hydrothermal mineralization. Abstract of the Dissertation of Doctor of Geol.-Min. Sci. Leningrad, 1981, 27 p. (in Russian)

Dunin-Barkovskaya E.A. (1984) Regional mineralogical criteria for gold-bearing mineralization in orogenic regions on example of West Uzbekistan. *Zapiski Uzbekskogo otdeleniya VMO (Proceedings of the Uzbek Branch of the Russian Mineralogical Society)*, 37, 33–43. (in Russian)

Evzikova N.Z. (1972) Practical aspect of cassiterite crystallomorphology. *Zapiski VMO (Proceedings of the*

*Russian Mineralogical Society)*, 101(2), 237–249. (in Russian)

Feklichev V.G. (1978) On mineralogical mapping and other spatial-mineralogical studies. *Novye metody izucheniya usloviy formirovaniya i zakonmernostey raspredeleniya gornykh porod, mineralov i rud (New Methods of Study of Formation Conditions and Localization of Rocks, Minerals and Ores)*. Elista, 193–217. (in Russian)

Ivanov O.P. (1991) Topomineralogical analysis of ore deposits. Leningrad, Nauka, 209 p. (in Russian)

Ivanyuk G.Y., Konopleva N.G., Yakovenchuk V.N., Pakhomovsky Y.A., Panikorovskii T.L., Bazai A.A., Mikhailova J.A., Kalashnikov A.O., Goryainov P.M., Bocharov V.N. (2018) Three-D mineralogical mapping of the Kovdor phoscorite-carbonatite complex, NW Russia: III. Pyrochlore supergroup minerals. *Minerals*, 8 (7), 277. <https://doi.org/10.3390/min8070292>

Ivanyuk G.Y., Pakhomovsky Y.A., Panikorovskii T.L., Mikhailova J.A., Bazai A.V., Yakovenchuk V.N., Konopleva N.G., Kalashnikov A.O., Goryainov P.M. (2018) Three-D mineralogical mapping of the Kovdor phoscorite-carbonatite complex, NW Russia: II. Sulfides. *Minerals*, 8 (7), 292. <https://doi.org/10.3390/min8070292>

Khamrabaev I.Kh., Ismailov M.I., Kuchukova M.S., Plaksina A.B., Babadzhanov A.A. (1971) Mineralogical indicators and experience in assessing the deep prospects of skarn-rare metal ores on example of West Uzbekistan deposits. *Tret'e soveshchanie po mineralogii, geokhimii i kompleksnomu ispolzovaniyu volframovykh mestorozhdeniy SSSR (Third Meeting on Mineralogy, Geochemistry and Comprehensive Use of the USSR W Deposits)*. Leningrad, LGU, 173–175. (in Russian)

Korolev V.A. et al. (1976) Unpublished report on the tasks and principles of detailed quantitative forecasting of endogenous ores. Tashkent, SAIGIMS, 150 p. (in Russian)

Litoshko D.N. (1988) Topomineralogy of Cu-Mo ore mineralization of the Polar Urals. Leningrad, Nauka, 212 p. (in Russian)

Mikhailova J.A., Ivanyuk G.Y., Pakhomovsky Y.A., Bazai A.V., Panikorovskii T.L., Yakovenchuk V.N., Konopleva N.G., Kalashnikov A.O., Goryainov P.M. (2018) Three-D mineralogical mapping of the Kovdor phoscorite-carbonatite complex, NW Russia: I. Forsterite // *Minerals*, 8 (7), 260. <https://doi.org/10.3390/min8060260>

Pirnazarov M.M., Maripova S.T., Khoshzhanova K.K., Ashirov M.B. (2020) Geological complexes and ore potential of the Zirabulak-Ziaetdi mining region. *Gorny vestnik Uzbekistana (Mining Bulletin of Uzbekistan)*, 80, 24–33 (in Russian)

Protsenko V.F., Ibragimov G., Petrov S.Yu. (1989) Unpublished report on the compilation of map of a sulfide content at horizon +300 of the Tsentralny area of the Amantaytau deposit. Tashkent, SAIGIMS (IMR), 37 p. (in Russian)

Tsoi V.D. (1980) Unpublished report on structural and mineralogical searching signatures of hidden polymetallic

mineralization in the Altyntopkan ore region (Kichik-Chalata area). Tashkent, SAIGIMS, 155 p. (in Russian)

Tsoi V.D. (2001) About the distribution of ore-forming minerals in the Chatkal-Kurama region and the possible topomineralogical forecasting. *Proceedings of the Conference "Uzbekiston Mustakilligi - uning fani va texnologiyalarini rivozhlantirish kafolati" mavzuidagi beshinchi respublika ilmiy konferenciyasi*", Tashkent, GKNT, 150–155. (in Russian)

Tsoi V.D., Dvoryankina L.I., Miryakubova M.G., Romanenko D.Ya. (1989f) Unpublished report on the development and implementation of mineralogical-geochemical searching and evaluation indicators of hidden gold mineralization and associated mineralization in Eastern Karamazar. Tashkent, SAIGIMS, 339 p. (in Russian)

Tsoi V.D., Isaev A.P. (1999) Principles of detailed quantitative forecasting and their use in topological mineralogical studies. *Proceedings of the Conference "Ma'danli konlarni muayan bashoratlash usullarining holati va takomilashtirish muammolari. Ilmiy conference, maruzalarining tesislari"*. Tashkent, IMR, 41–43. (in Russian)

Tsoi V.D., Isaev A.P. et al. (1978) Unpublished report on structural and tectonic features for searching the hidden polymetallic mineralization at deep horizons of the Altyntopkan ore field. Tashkent, SAIGIMS, 321 p. (in Russian)

Tsoi V.D., Koroleva I.V., Isaev A.P. (2000) Mineralogical and genetic peculiarities of the ore formation process at gold deposits of the Central Kyzylkum. *Materialy vtorogo Vserossiyskogo petrograficheskogo soveshchaniya (Proceedings of the Second All-Russian Petrographic Conference)*. Syktyvkar, vol. III, 241–243 (in Russian)

Shvetsov A.D., Isaev A.P. et al. (1975) Unpublished report on location conditions of gold mineralization in the Kauldy ore field and its prognostic assessment. Tashkent, SAIGIMS, vol. 1, 261 p. (in Russian)

Vertushkov G.N. (1972) Mineralogical mapping. *Mineralogiya i petrografiya Urala. Trudy Sverdlovskogo gornogo instituta (Mineralogy and Petrography of the Urals. Transactions of the Sverdlovsk Mining Institute)*. Sverdlovsk, 86, 2–12. (in Russian)

Yushkin N.P. Topominerology. Moscow, Nedra, 1982, 288 p. (in Russian)

---

### Информация об авторах

Цой Владимир Денъевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник, ГУ «Институт минеральных ресурсов», г. Ташкент, Узбекистан; vtsoi@inbox.ru.

Булин Сергей Евгеньевич – младший научный сотрудник, ГУ «Институт минеральных ресурсов», г. Ташкент, Узбекистан; bulin.sergey.evgenyevich@gmail.com.

Расулова Алина Владимировна – младший научный сотрудник, ГУ «Институт минеральных ресурсов», г. Ташкент, Узбекистан; alinarasulova1986@gmail.com.

### Information about the authors

Vladimir D. Tsoi – Doctor Sci. (Geol.-Mineral.), Professor, Key Researcher, State Enterprise Institute of Mineral Resources, Tshkent, Uzbekistan; vtsoi@inbox.ru.

Sergei E. Bulin – Junior Researcher, State Enterprise Institute of Mineral Resources, Tshkent, Uzbekistan; bulin.sergey.evgenyevich@gmail.com.

Alina V. Rasulova – Junior Researcher, State Enterprise Institute of Mineral Resources, Tshkent, Uzbekistan; alinarasulova1986@gmail.com