



Условия образования рудовмещающих нижнесреднепалеозойских осадочных формаций Чаткало-Кураминских гор Узбекистана

М. А. Мундузова

Институт геологии и геофизики им. Х. М. Абдуллаева, Ташкент, Узбекистан
mavlyuda.munduzova1956@gmail.com

Статья посвящена описанию стратиформных свинцово-цинковых и полиметаллических залежей в осадочных породах палеозоя юго-западного Тянь-Шаня Чаткало-Кураминских гор с применением ритмостратиграфического анализа, разработанного профессором Ташкентского государственного университета В. И. Поповым (Попов и др., 1963; Попов, 1980). Тектонические движения играют главную роль в формировании новых структурных элементов литосферы и земной поверхности. Существенные тектонические движения распространяются на большие территории, приобретая значение региональных тектонических ритмов. Крупные фазы тектонических движений расчленились на более мелкие. Наблюдается изменение формационного состава: на границе и в начале ритмосерии преобладают обломочные фации подвижного мелководья (прибойно-обломочные), ближе к поясу – тиховодные или застойные (Попов и др., 1963; Попов, 1980). Исследования проводились на северо-западных склонах Кураминского хребта в верховьях реки Каракия. На участках исследования построены литолого-фациальные разрезы и карты фактических материалов. В фациальном отношении осадки раннего силура формировались в условиях тиховодного (центрально-отстойного) мелководного бассейна, зоны с действием донных течений (донно-течениевого) и дельтового (подводно-дельтового) фациального пояса; девон-нижнекарбоневые отложения накапливались в условиях волноприбойной зоны, залива (мелко-заливного пояса) и подводной дельты (подводно-дельтового пояса).

В нижнесилурийских терригенных формациях выделены три рудоносные пачки с повышенными содержаниями золота, меди, свинца, цинка и ряда других металлов, в девонских осадочных формациях установлены черные доломиты застойной зоны мелководного залива (мелкозаливной фации) с повышенными содержаниями свинца. Приуроченность повышенных концентраций полиметаллов к определенным прослоям и пачкам осадочных доломитовых пород, обогащенных органическим веществом, свидетельствует о сингенетичности накопления рассеянного рудного вещества процессу осадконакопления.

Ключевые слова: черные доломиты, ритмостратиграфия, фациальный пояс, фациальная зона, фация, динамическая палеогеография, осадочные породы, сланцы, мелкозаливная застойная зона

Conditions for the formation of ore-bearing Lower-Middle Paleozoic sedimentary formations of the Chatkal-Qurama Mountains of Uzbekistan

M. A. Munduzova

Institute of Geology and Geophysics named after Kh. M. Abdullayev, Tashkent, Uzbekistan

The article describes stratiform lead-zinc and polymetallic deposits in Paleozoic sedimentary rocks of the southwestern Tien Shan of the Chatkal-Qurama Mountains using rhythmostratigraphic analysis developed by professor at Tashkent State University V. I. Popov (Popov et al., 1963; Popov, 1980). Tectonic movements play a major role in the formation of new structural elements of the lithosphere and the earth's surface. Large tectonic movements spread over large areas and become regional tectonic rhythms. Considerable phases of tectonic movements were divided into smaller phases. We observed the change in formational composition: the boundary and beginning of the rhythm series were dominated by clastic facies of mobile shallow water (surf-clastic), closer to the belt – quiet-water or stagnant (Popov et al., 1963; Popov, 1980). We studied the northwestern slopes of the Qurama ridge in the upper reaches of the Karakiya River. Lithological-facies sections and maps of actual materials were made in the study areas. Early Silurian sediments of the were formed in the conditions of a quiet-water (central-sedimentary) shallow-water basin, zones under the influence of bottom currents (bottom current) and deltaic (underwater deltaic) facies belt; Devonian-Lower Carboniferous sediments were accumulated in wave surf zone, bay (shallow-flood belt) and underwater delta (underwater delta belt).

Three ore-bearing units with high contents of gold, copper, lead, zinc and a number of other metals were identified in the Lower Silurian terrigenous formations. Black dolomites of the stagnant zone of a shallow-water bay (shallow-bay facies) with high contents of lead were identified in the Devonian sedimentary formations. The confinement of increased concentrations of polymetals to certain layers and units of sedimentary dolomite rocks enriched in organic matter indicates that the accumulation of dispersed ore matter is syngenetic to the sedimentation process.

Keywords: black dolomites, ritmostratigraphy, facies belt, facies zone, facies, dynamic paleogeography, sedimentary rocks, shales, shallow-flooded, stagnant zone

Введение

Осадочные формации средне- и верхнепалеозойских отложений Чаткало-Кураминских гор Тянь-Шаня – это одна из страниц ископаемой летописи гор Каратагата. Их колыбелью являются древние моря. В составе формаций наиболее древними образованиями

являются мощные флишоидные толщи метаморфизованных нерасчлененных отложений ордовика и силура, сложенные преимущественно серо-зелеными глинистыми сланцами. Перекрывают их кварцевые порфиры нижнего и среднего девона, на отдельных участках часто прорванные субвулканическими андезито-

Для цитирования: Мундузова М. А. Условия образования рудовмещающих нижнесреднепалеозойских осадочных формаций Чаткало-Кураминских гор Узбекистана // Вестник геонаук. 2024. 2 (350). С. 17–29. DOI: 10.19110/geov.2024.2.2

For citation: Munduzova M. A. Conditions for the formation of ore-bearing Lower-Middle Paleozoic sedimentary formations of the Chatkal-Qurama Mountains of Uzbekistan, 2024, 2 (350), pp. 17–29, doi: 10.19110/geov.2024.2.2



дацитовыми порфирами. В верхнем девоне их сменяет толща прослаивания тонко- и среднеслоистых доломитов, черных, темно-серых, зеленовато-серых мергелей, аргиллитов и песчаников со скоплениями мелкой фауны. Осадочные породы прорваны интрузивными телами, сложенными сиенито-диоритами, гранодиорит-порфирами, дайками и мелкими штоками диабазовых и диоритовых порфиритов (Голованов, 1978).

Стратиформные свинцово-цинковые месторождения Узбекистана представлены барит-пирит-галенит-сфалеритовой, колчеданно-полиметаллической и пирит-сфалерит-колчеданной формациями, которые образовались в результате сложных геологических процессов, происходивших в несколько этапов.

Исследования проводились в верховьях реки Каракия, на северо-западных склонах Кураминского хребта по средне- и верхнедевонским и нижнекаменноугольным отложениям в районе гор Акташкан и Абдулакан и по карбонатной гряде Алтынтопкан. Для выяснения условий образования рудовмещающих среднепалеозойских осадочных формаций и изучения распределения и генезиса полиметаллического оруденения был применен комплексный биоритмостратиграфический корреляционный метод, разработанный В. И. Поповым в 1966 году.

Границы формаций и ритмов внутри формаций проводятся по горизонтам осадков, которые образовались во время максимального развития той или иной тектонической фазы, с чем связано поглубление обломочного материала, появление размывов и угловых несогласий. Тектоническая обстановка в Чаткало-Кураминском регионе имеет некоторое сходство с обстановкой в Неваде. Чакало-кураминские и невадийские месторождения приурочены к участкам коры с наименьшей толщиной слабометаморфизованного осадочного слоя и контролируются относительно менее плотными и более нагретыми участками верхней мантии (Ахмеджанов, 1980¹; Волков, Галямов, 2020).

В нижнесилурийских терригенных формациях выделены три рудоносные пачки с повышенными содержаниями меди, свинца, цинка, золота и ряда других металлов, в девонских осадочных формациях установлены черные доломиты с повышенными содержаниями свинца, цинка и золота. При распределении оруденения в этих формациях немаловажное значение имеют литолого-стратиграфический, структурный и магматический контроль оруденения. Гидротермально-метасоматические преобразования пород выражены окварцеванием, сульфидизацией, ожелезнением, серитизацией, хлоритизацией.

Методика проведенных исследований

Для выяснения условий образования рудовмещающих ниже- и среднепалеозойских осадочных формаций, характера распределения и генезиса золотого, полиметаллического, медного и другого оруденения в них был использован комплексный биоритмостратиграфический корреляционный метод изучения осадоч-

ных формаций, разработанный В. И. Поповым. Этот метод учитывает главные признаки условий образования, петро-, био-, лито- и ритмостратиграфические методы и увязывает между собой сведения о неравномерно-периодическом поступательном развитии осадочных толщ, обусловленные климатическими факторами и пульсирующим характером тектонических движений, которые часто сопряжены во времени.

Методика изучения осадочных пород заключалась в том, что перед полевыми работами производилась рекогносцировка района работ с целью ознакомления его с тектоническим строением, стратиграфией и выбора мест для разрезов. Далее проводится детальное описание по пластам с применением стандартов для характеристики отдельных литологических особенностей. В лабораторный период отобранные образцы подвергались различным анализам: гранулометрическому, микропетрографическому, минералогическому, спектральному, химическому, термическому, электронно-микроскопическому, рентгеноструктурному.

Методика проведения полевых и тематических работ заключалась в отборе проб с опорных разрезов и их лабораторных исследованиях. При описании разрезов большое внимание уделялось замерам ориентированных текстур (косой слойчатости, знакам ряби, борозд размыва). Пробы при составлении разрезов были подвергнуты различного вида анализам: гранулометрическому, микропетрографическому, минералогическому, спектральному, химическому, термическому, электронно-микроскопическому, рентгеноструктурному.

На основании построения литолого-фациальных разрезов в составе нижнесилурийских терригенных формаций выделены три рудоносные пачки с повышенными и высокими содержаниями ряда рудных элементов, что свидетельствует о практической ценности литолого-фациальных исследований. Выявление рудоносных пачек позволяет более целенаправленно проводить поисковые работы. Приуроченность рудоносных пачек к определенным стратиграфическим уровням и к осадкам определенных фаций может свидетельствовать о сингенетическом накоплении повышенных содержаний рудных элементов, способных в результате проявлений эпигенетических процессов дать промышленные скопления элементов.

Полученные данные позволили выяснить ритмостратиграфию, литологию, динамические фации, динамическую палеогеографию и рудоносность силурийских и девон-нижнекарбонатовых осадочных формаций и оценить их перспективность.

Исследованиями были охвачены нижнесилурийские терригенные осадочные формации в бассейне реки Каракия (рис. 1). Средне- и верхнедевонские и нижнекаменноугольные отложения изучались в районе гор Акташкан и Абдулакан и в карбонатной гряде Алтынтопкан. По нижнесилурийским и девон-нижнекаменноугольным формациям составлены 33 разреза. Корреляция разрезов сильно затруднена из-за фациальной изменчивости пород по простиранию, большого количества тектонических нарушений, ослож-

¹ Ахмеджанов А. М. Карбонатные отложения девона и карбона Чаткало-Кураминских гор и их роль в рудообразовании: Автореф. канд. дис. Ташкент, 1980. 13 с.

¹ Akhmedzhanov A. M. Devonian and Carbonate carbonate deposits of the Chatkal-Qurama mountains and their role in ore formation. Abstract of PhD thesis. Tashkent, 1980, 13 p. (in Russian)



няющих стратиграфическую последовательность толщ, из-за различной степени метаморфизма, обусловленной влиянием магматических тел на осадочные породы.

В данном случае под фацией понимается единица физико-географической среды, выраженной в определенных породах и их сочетаниях (Попов и др., 1963). Определение фаций имеет первостепенное значение

для палеогеографии и для поисков различных ископаемых. Определением фации воссоздается ландшафт или физико-географическая среда, в которых образовался осадок в тот или иной отрезок времени геологической истории данного региона (рис. 1, 2). При исследовании девонских формаций применялся комплексный стадийный поступательно-периодический принцип фациального анализа (Попов и др., 1963).

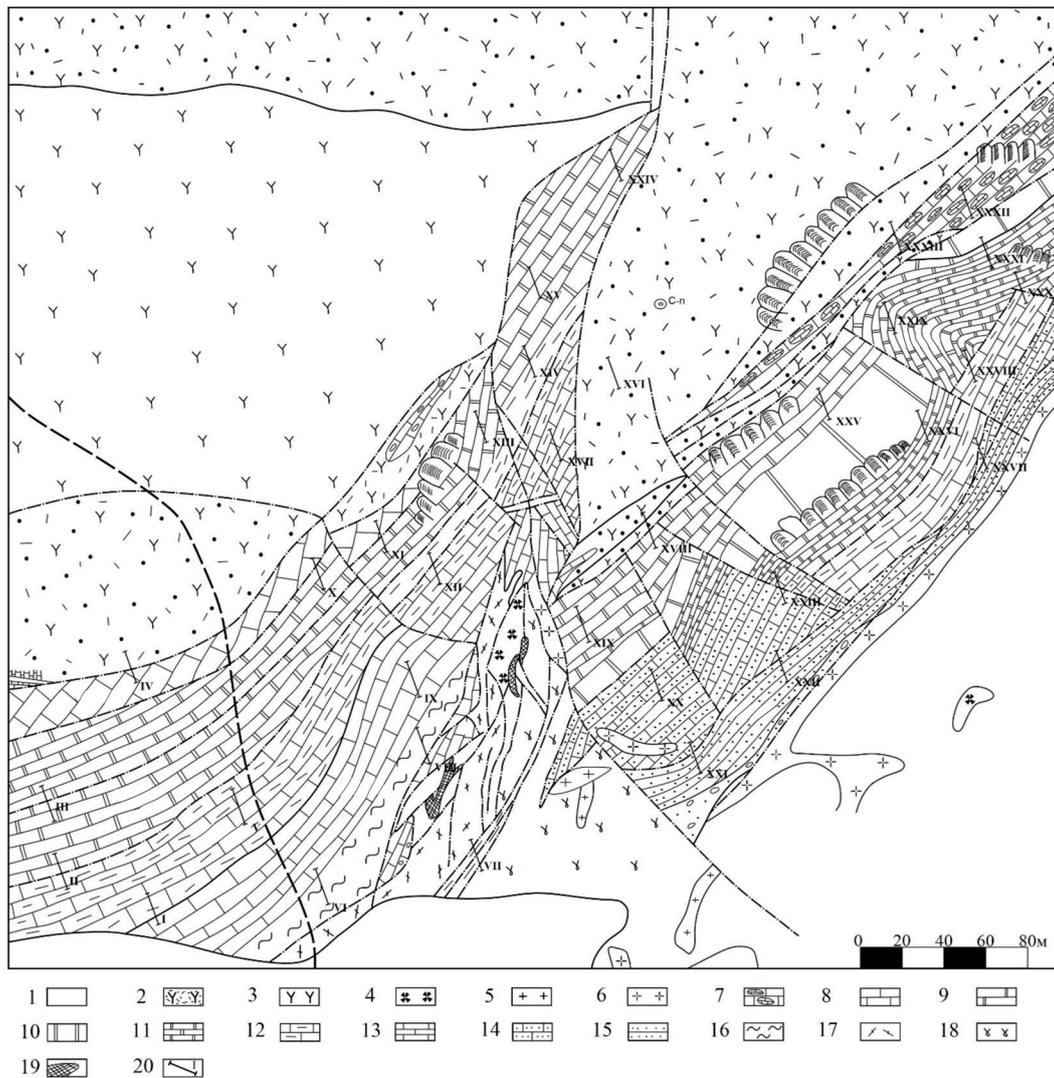


Рис.1. Карта фактических материалов района работ

Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения (лессы – аллювиально-делювиальные отложения); 2 – дациты кристаллические; 3 – андезитовые порфириты; 4 – гранодиорит-порфиры гушайского типа; 5 – гранодиориты кураминского типа; 6 – гранодиорит-порфиры калканатинского типа; 7 – известняки обломочные; 8 – известняки, мирзарабатская свита; 9 – доломиты ленточные, кульатинская ритмосвита; 10 – доломиты черные битуминозные, верхнекарататинская ритмоподсвита; 11 – доломиты с прослоями песчаников и известняков, нижнекарататинская ритмоподсвита; 12 – известняки с прослоями доломитов, умбеитская ритмосвита; 13 – переслаивание известняков и доломитов, джарбулакская ритмосвита; 14 – известняки с прослоями песчаников и аргиллитов, кураминская ритмосвита; 15 – песчаники, гравелиты, алевролиты, машрабская ритмосвита; 16 – глинистые сланцы, сардобская свита сланцы; 17 – кварцевые порфиры и их туфы, калканатинская ритмосвита; 18 – андезитовые порфиры и их туфы; 19 – зоны скарнирования; 20 – литолого-фациальные разрезы

Fig. 1. Map of factual materials of the work area

Legend: 1 – Quaternary deposits (loess – alluvial-deluvial deposits); 2 – crystalline dacites, 3 – andesitic porphyrites; 4 – granodiorite porphyries of the Gushsay type; 5 – granodiorites of the Qurama type; 6 – granodiorite porphyries of the Kalkanata type; 7 – clastic limestones; 8 – limestones, Mirzarabat formation; 9 – banded dolomites, Kulata rhythm-formation; 10 – black bituminous dolomites, Vernekaratagatinskaya rhythm-subformation; 11 – dolomites with interlayers of sandstones and limestones, Nizhnekaratagatinskaya rhythm-subformation; 12 – limestones with interbeds of dolomites, Umbeitskaya rhythm-formation; 13 – interbedded limestones and dolomites, Dzharbulakskaya rhythm-formation; 14 – limestones with interlayers of sandstones and mudstones, Kuraminskaya rhythm-formation; 15 – sandstones, gravelites, siltstones, Mashrabskaya rhythm-formation; 16 – clay shales, Sardoba formation shales; 17 – quartz porphyries and their tuffs, Kalkanatinskaya rhythm-formation; 18 – andesitic porphyries and their tuffs; 19 – skarn zones, 20 – lithological-facies sections

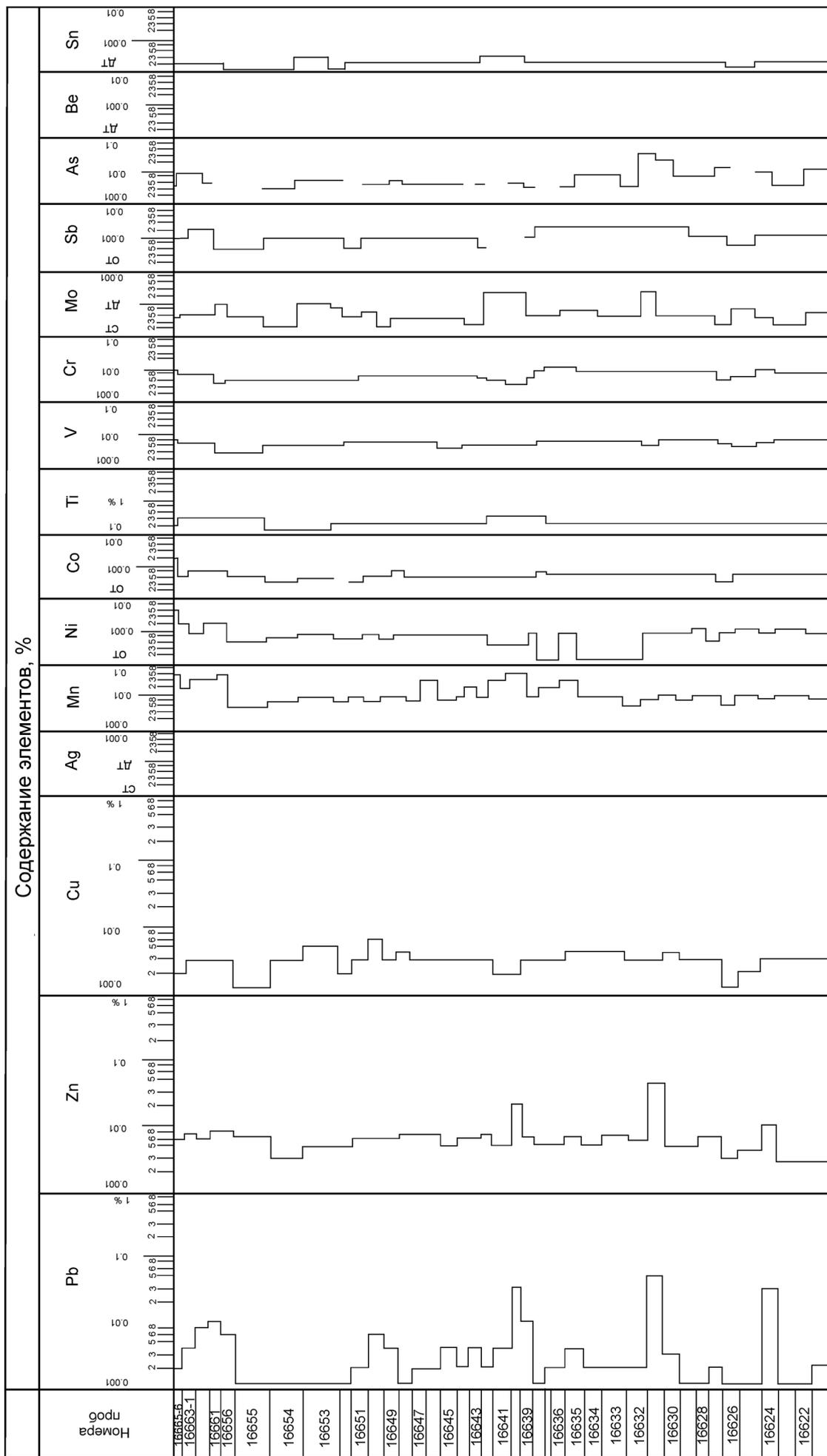
b

Рис. 2. Литограмма нижнесилурийских осадочных формаций участка «Абдулакан» (а, б)

Fig. 2. Layout of Middle Paleozoic sedimentary formations at the "Abdulakan" site (a, b)



Ритмостратиграфия ниже- и средне-палеозойских осадочных формаций

Нижнесилурийские терригенные формации были отнесены к южно-тяньшанскому ритмоподкомплексу, к позднеордовикско-лландоверийской ритмотолще, к ранне- и среднелландоверийской сардобской ритмосвите. В фациальном отношении осадки раннего силура образовались в условиях донно-течениевого и подводно-дельтового фациальных поясов, девон-нижнекарбонные осадки — в условиях волноприбойного, подводно-дельтового поясов. В нижнесилурийских терригенных формациях выделены три рудоносные пачки с повышенными содержаниями золота, свинца, цинка и ряда других металлов, а в девонских осадочных формациях установлены черные доломиты застойной зоны с повышенными содержаниями золота, цинка, свинца, меди, сурьмы, мышьяка, вольфрама, кобальта, молибдена, кадмия, серебра. (Плещенко, Малахова, 1980). Обогащенные органическим веществом (Мундузова, 2004²), они являются подводно-дельтовым фациальным поясом девонских и нижнекаменноугольных осадочных формаций (Barber, 1984; Rye, 1985).

Осадочные формации среднего-верхнего девона и нижнего карбона входят в состав срединно-тяньшанского ритмоподкомплекса. В его составе выделены следующие ритмотолщи и ритмосвиты:

– позднеэйфельско-раннефранская ритмотолща с раннеживетской машрапской, позднеживетской кураминской, раннефранской джарбулакской ритмосвитами;

– позднефранско-фаменская ритмотолща с позднефранской умбеитской, ранне- и позднефаменской каратагатинской, позднефаменской культинской ритмосвитами;

– турнейско-средневизейская ритмотолща с турнейской и ранне-, средневизейской ритмосвитами. В турнейской ритмосвите выделяются мирзарабадская и коксуйско-талдыбулакская ритмоподсвиты, а в ранне-, средневизейской ритмосвите — кульчулакская ритмоподсвита.

В девонских и нижнекаменноугольных осадочных формациях установлены осадки следующих фациальных зон: подводно-дельтовых (авандельтовых), мелководного залива (мелкозаливных), волноприбойной зоны и зоны влияния донных течений (донно-течениевых) (рис. 3).

Подводно-дельтовый фациальный пояс представляет собой подводное продолжение дельты рек, впадающих в морской бассейн, и является следующим после равнинно-долинного фациального пояса, в отдельных случаях — продолжением русловых потоков подводного фациального пояса. Слагает почти целиком машрапскую ритмосвиту.

Подводно-дельтовая обломочная зона. Осадки подводно-дельтовой обломочной зоны представлены песчаниками и алевролитами, редко гравелитами. Гравелиты бурые, мелко- и среднегравийные, с крупным гравием. Песчаники мелкозернистые, прослоями алевролитовые, алевролитистые, зеленовато-серые, светло-серые, серые.

Алевролиты желто-зеленые, серые, светло-серые, среднеслоистые, часто ожелезненные, обычно кварцевые.

Подводно-дельтовая иловая зона. Осадки этой зоны встречаются редко в виде единичных прослоев аргиллита зеленого, реже серого, тонкослоистого, с прослоями алевролитистого, в отдельных слоях по 1—1.5 см, реже до 5 см; линзовидно переслаиваются с зеленовато-серым, серо-зеленым, реже серым алевролитом.

В формационном отношении осадки подводно-дельтового фациального пояса относятся к шлировой формации.

Мелкозаливный фациальный пояс представляет собой мелководный залив, краевые лагуны, отгороженные от главного бассейна косами, островами, а также зарождающимися антиклинальными складками. В аридном климате возникают кристаллизационные осадки: известняки, доломиты, иногда с целестином и флюоритом, ангидрит, гипс, каменная соль. Характерна серая, зеленовато-серая, темно-серая, желто-зеленая окраска. В результате сноса со смежных развивающихся поднятий в мелководном заливе могут откладываться красноцветы.

Литогенетический тип обломочных доломитов. Представлен доломитом серым, с обломками размером от 0.3 до 2.0 мм с содержанием до 40 %. Обломки угловатые, плохо окатанные. Встречаются в нижнекаратагатинской свите (Плещенко, Малахова, 1980).

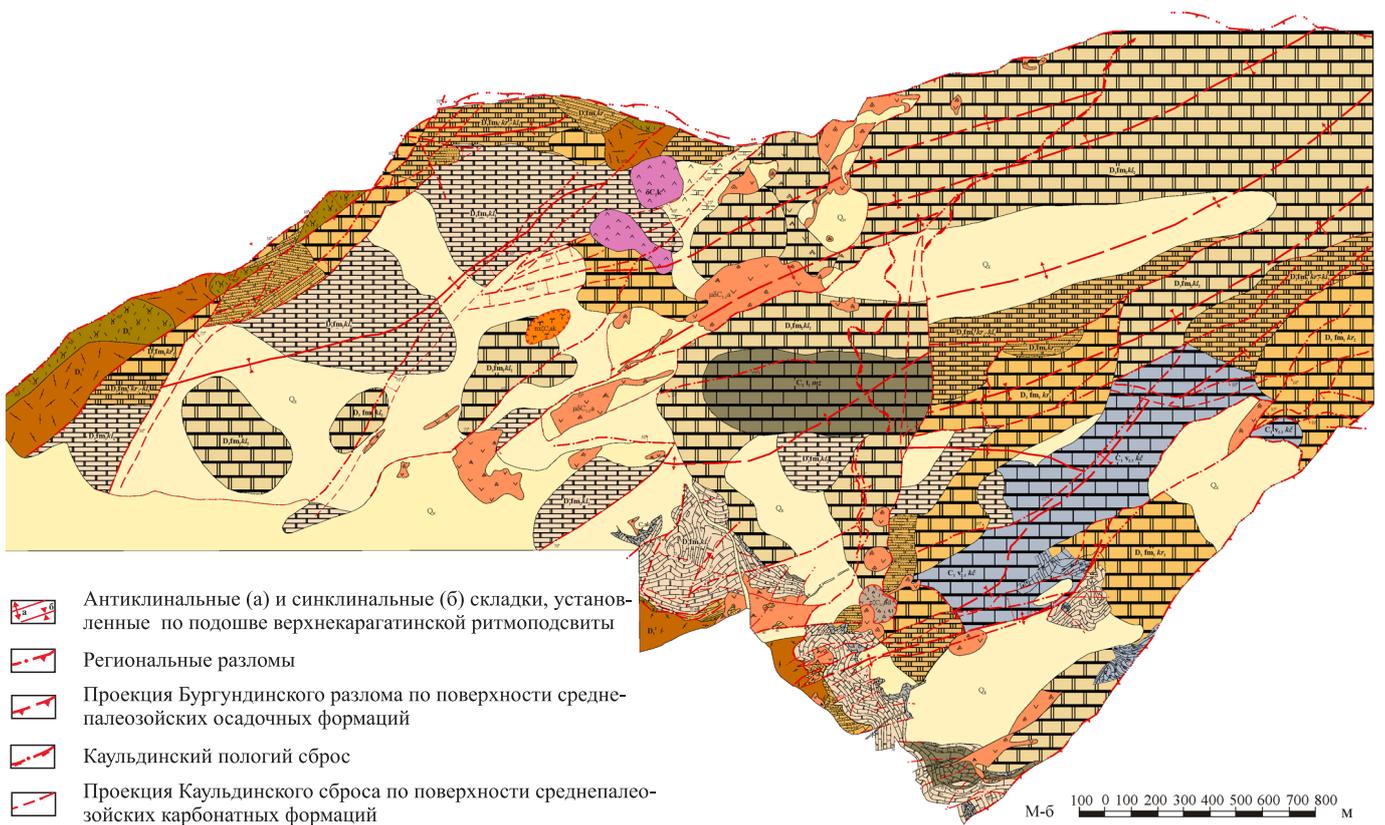
Литогенетический тип доломитов детритовых развит в верхнеумбетинской свите. Представляет собой доломиты с содержанием детрита криноидей, брахиопод, кораллов до 30—40 %, редко до 70 %. Размер детритовых обломков — от 0.1 до 0.6 мм, шлам (размер обломков фауны менее 0.1 мм) составляет иногда до 10 %. Обломки плохо окатаны, сложены микро- и мелкозернистым агрегатом доломита.

Мелкозаливная обломочная средняя подзона. Осадки этой подзоны располагаются главным образом в нижнекаратагатинской свите, имеют большое распространение. В средней обломочной подзоне выделяются несколько литогенетических типов пород. Фациальные комплексы расчленяются на фациальные единицы среднего порядка, называемые фациальными поясами, которые последовательно сменяют друг друга. В комплексе наземных поднятий последовательно сменяются: водораздельный алювиальный, склоновый, долинно-верный, линейно-долинный фациальные пояса. В подводно-равнинном комплексе сменяются: подводно-дельтовый, мелкозаливный, волноприбойный, рифогенный, донно-течениевый фациальные пояса, пояс мутьевых потоков, центрально-отстойный и подводно-элювиальный пояса (Плещенко, Малахова, 1980).

Таким образом, фациальные пояса выделяются по ведущему типу гидродинамики среды осадконакопления. Стадии поступательного динамического развития осадочных веществ разнообразны и закономерно сменяют друг друга на пути общего движения осадков. Водные потоки, сливаясь, образуют реку, текущую по равнине и впадающую в крупный водный бассейн (большое озеро, море). Далее осадки перемещаются

² Мундузова М. А. Золотоносность среднепалеозойских терригенно-карбонатных толщ Алмалыкского рудного района (Центральный блок): Дис. Ташкент, 2004. 24—25 с.

² Munduzova M. A. Gold content of the Middle Paleozoic terrigenous-carbonate strata of the Almalyk ore region (Central block): PhD thesis. Tashkent, 2004, pp. 24—25. (in Russian)



- Антиклинальные (а) и синклинальные (б) складки, установленные по подошве верхнекарагагатинской ритмоподсвиты
- Региональные разломы
- Проекция Бургундинского разлома по поверхности среднепалеозойских осадочных формаций
- Каульдинский пологий сброс
- Проекция Каульдинского сброса по поверхности среднепалеозойских карбонатных формаций
- Крупные разломы в среднепалеозойских карбонатных формациях и их проекции по поверхности карбонатных формаций с амплитудой вертикального перемещения с опущенным (-) и приподнятым (+) блоками
- Разломы более мелкого порядка, тектонические трещины
- Контакты пород: а) прослеженные; б) предполагаемые
- Журловые лавы дацит-порфиров надакской свиты
- Журловые лавы андезитовых порфиров акчинской свиты
- Среднее-верхнее визе. Кульчулакская ритмосвита, установленная скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами
- Среднее-верхнее визе. Кульчулакская ритмосвита. Известняки серые, светло-серые, толсто- и среднеслоистые с кремнистыми линзами, закартированные на поверхности
- Нижнее турне. Мирзарабатская ритмосвита. Известняки толстослоистые, массивные, закартированные на поверхности
- Нижнее турне. Мирзарабатская ритмосвита, установленная скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами
- Верхний фамен. Кульятинская ритмосвита. Доломиты тонко- и среднеслоистые, ленточные, закартированные на поверхности
- Верхняя часть кульятинской ритмосвиты (верхнекульятинской ритмоподсвиты), установленная скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами
- Верхняя часть кульятинской ритмосвиты, интродуцированная кварцевыми порфировидными сиенит-диоритами и залегающая под верхнепалеозойскими эффузивами
- Верхняя часть кульятинской ритмосвиты, интродуцированная диоритами алмалыкского типа и залегающая под верхнепалеозойскими эффузивами
- Верхняя часть нижнекульятинской ритмосвиты, интродуцированная диоритами алмалыкского типа и залегающая под верхнепалеозойскими эффузивами

- Низы кульятинской ритмосвиты и верхи верхнекарагагатинской ритмоподсвиты, залегающие под верхнепалеозойскими эффузивами
- Верхняя часть кульятинской ритмосвиты, установленная скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами
- Нижняя часть кульятинской ритмосвиты, установленная скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами
- Верхняя часть нижнекульятинской ритмосвиты (средняя часть кульятинской РС), установленная скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами
- Нижняя часть кульятинской ритмосвиты, интродуцированная диоритами Алмалыкского типа и залегающая под верхнепалеозойскими эффузивами
- Низы карагагатинской ритмосвиты. Доломиты черные, темно-серые, массивные; в нижней части переслаивание доломитов, аргиллитов и песчаников. Закартирована на поверхности
- Верхнекарагагатинская ритмоподсвита, установленная скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами; доломиты черные, массивные
- Нижний фамен Нижнекарагагатинской ритмоподсвиты, установленной скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами. Тонкое переслаивание доломитов, аргиллитов с прослоями песчаников, редко ангидритов
- Фран. Алмалыкская ритмосвита, закартированная на поверхности. Переслаивание доломитов, известняков, аргиллитов с прослоями песчаников
- Диориты алмалыкского типа, установленные скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами
- Андезито-дацитовые порфиры и их туфы
- Кварцевые порфиры и их туфы
- Андезитовые порфиры
- Кварцевые порфировидные сиенито-диориты, закартированные на поверхности
- Кварцевые порфировидные сиенито-диориты, установленные скважинами под верхнепалеозойскими эффузивами

Рис. 3. Схема размещения среднепалеозойских осадочных формаций участка Абдулукан
 Fig. 3. Layout of Middle Paleozoic sedimentary formations at the Abdulakan site



к подводной дельте, выносятся в открытое море, подхватываются течениями и заканчивают свое движение в глубоких впадинах. Последовательно и закономерно сменяя друг друга, каждая динамическая стадия образует свой фациальный пояс.

Литогенетический тип алевролитов неслоистых и среднеслоистых характеризуется серо-зеленой, зеленой окраской, имеет известковистый, доломитовый цемент, содержит до 10–15 % обломков в основном кварца, песчаника, полевого шпата. Мощность прослоев от 0.1 до 2.0 м.

Литогенетический тип известняков доломитистых среднеслоистых встречается в нижнекаратагатинской ритмоподсвете в виде единичных прослоев. Это серый, темно-серый известняк с содержанием доломита до 20–30 %. Мощность прослоев от 0.1 до 1.9 м.

Литогенетический тип доломитов песчанистых тонкослоистых представляет собой темно-серые мелкозернистые породы с включением до 20–25 % песчаной фракции, сложенной в основном кварцем, реже полевыми шпатами. Мощность прослоев 0.3–0.7 м.

Мелкозаливная иловая зона располагается вслед за мелкозаливной обломочной зоной. Она протягивается широкой полосой вдоль обломочной зоны и часто размещается на территории всего мелкого залива. В ней выделяются две подзоны, последовательно располагающиеся друг за другом в сторону бассейна: верхняя и нижняя иловые подзоны.

Мелкозаливная иловая верхняя подзона. Осадки этой подзоны имеют наибольшее распространение среди отложений мелкозаливного фациального пояса. Они слагают большую часть живет-франской и фаменской толщ. Большое влияние на их формирование, особенно во время отложения нижнекаратагатинской свиты и алмалыкской ритмосвиты, оказывали сточные течения, приносившие терригенный материал в бассейн.

Породы, накапливавшиеся в иловой верхней подзоне, отличаются друг от друга гидродинамикой среды осадконакопления, геоморфологическими условиями. В каждой из фациальных зон происходит формирование одного или нескольких литогенетических типов пород, отличающихся друг от друга текстурными и структурными признаками, петрографическим и минералогическим составом, обусловленными различием фациальных условий области осадконакопления (Волков, Сидорова, 2016; Алексеев, 2014; Тугарова, Жуковская, 2019; Шишлов, 2010).

Отмельная фация представлена слоистыми доломитами, располагается либо на отмелях, либо вслед за обломочной фацией, либо на возвышенных местах отмелей в случае низкой энергии среды осадконакопления, недостаточной для образования обломочной зоны. Кроме того, она может примыкать к обломочной зоне, простирающейся вдоль берега материковой или островной серии. В ней формируются несколько литогенетических типов, среди них можно выделить типы среднеслоистых и толстослоистых доломитов и известняков.

Литогенетический тип среднеслоистых доломитов представлен доломитами серой, светло-серой и зеленоватой окраски, тонко- и мелкозернистыми, реже мелкозернистыми разностойкими, с редкой горизонтальной слоистостью. По напластованию редко отмечаются примазки или тонкие прослойки алевролита или пелита. Редко встречаются амфипоры, тонкостенные брахио-

поры, мелкие кораллы, строматопоры. Фауна выполнена микро- и тонкозернистым агрегатом доломита. Среднеслоистые доломиты преимущественно распространены в нижнекаратагатинской ритмоподсвете, кульятинской ритмосвите и редко в нижне- и верхнекаратагатинской ритмоподсветах.

Приотмельная фация. Располагается вслед за отмельной фацией в сторону бассейна с незначительными уклонами дна и более низкой энергией водной среды, часто занимает большие пространства, примыкая с одной стороны к отмельной фациальной зоне, а с другой — к более глубоководным межотмельным фациям. Выделяется один литогенетический тип среднеслоистых доломитов светло-серой, серой, зеленоватой-серой окраски, микро- и тонкозернистых. Для них характерна горизонтальная слоистость, ленточная слоистость, обусловленная полосками различной окраски. В отдельных прослоях имеются линзы песчаника и алевролита мощностью от 5 до 10 см, они встречаются в основном в кульятинской свите.

Межотмельная фация повышений дна широко распространена, являясь наиболее глубоководной фацией верхней подзоны. Дно, занимаемое межотмельными субфациями, неровное, с участками понижений и повышений.

Литогенетический тип тонкослоистых доломитов встречается в кураминской и кульятинской ритмосвитах. Представлен он доломитами светло-серой, зеленоватой-серой, реже желтоватой-серой окраски, тонко- и микрозернистыми, с характерной горизонтальной слоистостью. Иногда встречаются примазки алевролитового или пелитового материала. Мощность слоев колеблется от — 1.0 до 2.9 м.

Межотмельная фация понижений дна занимает понижения, мелкие впадины в мелкозаливной иловой зоне. В фации понижений дна выделяется один литогенетический тип тонкослоистых, листовато-слоистых доломитов серой, светло-серой, темно-серой окраски, тонко- и микрозернистых. По напластованию отмечаются примазки зеленого, серо-зеленого аргиллита.

Мелкозаливная иловая нижняя подзона. Осадки этой подзоны образовались в более застойных условиях, чем отложения предыдущей подзоны. Распространены они преимущественно среди фаменских отложений, реже встречаются в умбетской свите и относятся обычно к кровле пачек. На фациально-палеогеографических картах данная подзона выделяется как единая. Отмечены литогенетические типы среднеслоистых и тонкослоистых доломитов, которые имеют темно-серую, реже черную окраску, в основном микро- и тонкозернистую структуру.

Мелкозаливная застойная зона. Осадки застойной зоны мелководного залива распространены в верхах каратагатинских и кульятинских свит и почти целиком слагают верхнекаратагатинскую свиту. Выделяются следующие литогенетические типы: доломиты среднеслоистые, доломиты тонкослоистые, доломиты тонкослоистые с фауной. Доломиты имеют черную окраску, запах сероводорода, микро-, тонко- и мелкозернистые. Встречается тонкая горизонтальная слоистость. По напластованию иногда отмечаются примазки и тонкие прослойки черного аргиллита. Отложения мелкозаливного фациального пояса входят в состав прибрежно-лагунной формации.



Волноприбойный фациальный пояс охватывает все участки дна водоема, в пределах которого основным способом движения является действие волн.

Волноприбойный пояс протягивается вдоль берегов всех водных бассейнов, за исключением участков, занятых дельтами и мелкими заливами, а также располагается на мелководных отмелях вдали от берега. Осадки волноприбойного пояса слагают полностью турнейско-средневизейскую толщу нижнего карбона, встречаются в джарбулакской, умбетинской и нижнекарататагатинской свитах. Породы представлены доломитами, известняками, алевролитами, аргиллитами.

Прибойно-застойная зона. Осадки зоны редко встречаются в нижнекаменноугольных отложениях, представлены темно-серыми, черными битуминозными, микро- и тонкозернистыми, тонко- и среднеслоистыми известняками мощностью 0.2—2.9 м.

Известняки волноприбойного фациального пояса входят в состав прибрежно-морской слоисто-карбонатной формации.

Динамическая палеогеография нижнего и среднего палеозоя

Динамическая палеогеография раннего силура

В начале раннего силура на территории района существовал морской бассейн, его центральная часть, где в застойных условиях происходило накопление пелитовых осадков путем оседания в пелитовой взвеси. Лишь временами в конце накопления нижней пачки ранне- и среднелландоверийской свиты располагалась авандельтовая отмельная часть подводной дельты с накоплением алевролитов.

В начале накопления верхней свиты произошло обмеление морского бассейна, подводная дельта и ее обломочная баровая подзона занимала всю территорию района, направление сноса было по азимуту 230—240° и 270° (в современных координатах). В течение накопления нижней пачки происходило ритмическое колебание морского дна. В периоды наибольшего погружения здесь располагался центрально-отстойный фациальный пояс с накоплением горизонтально-слоистых аргиллитов. В периоды поднятия дна существовала подводно-дельтовая отмельная подзона, реже подводно-дельтовая баровая подзона. В промежутке между ними действовали подводные течения, которые подхватывали терригенный материал, доставляемый подводными дельтами, и разносили его по всей акватории морского бассейна (Гунин, Тивинова, 1972³). Во время формирования средней пачки верхней свиты в районе располагалась глубоководная часть бассейна с накоплением темно-серых тонкогоризонтально-слоистых аргиллитов. Эпизодически действовали подводные течения, приносившие алевролитовый материал.

При формировании верхней пачки верхней свиты получили широкое развитие подводные течения, приносившие в бассейн терригенный алевролитовый материал (Ибламинов, 2019). В период отсутствия подводных течений в районе по-прежнему располагался

центрально-застойный фациальный пояс с иловой зоной и с накоплением серо-зеленых, зеленых горизонтально-слоистых аргиллитов.

Динамическая палеогеография среднего и позднего девона и раннего карбона

В течение среднего и позднего девона и раннекаменноугольного времени в восточной части Алма-лыкского рудного района располагался мелководный морской бассейн. В раннем живете во время формирования машрапской свиты здесь находилась подводная дельта крупной реки, стекавшая с поднятий, расположенных к северу и северо-востоку от исследуемого района. В это время здесь накапливались преимущественно подводно-дельтовые песчаные и пелитовые (глинистые) отложения (Старостин, 2021). Подводная дельта продолжала свое существование и в начале позднего живета, затем произошла трансгрессия морского бассейна в северном направлении. Всю территорию района в позднем живете занимал волноприбойный фациальный пояс, развитие которого началось с распространения прибойно-обломочной зоны, где осаждался детритовый и шламовый материал. К концу живета она сменилась прибойно-иловой зоной с накоплениями хемогенных известняковых илов, а на отдельных мелких отмелях — с банками брахиопод, кораллов, криноидей. В конце позднего живета бассейн становится полуизолированным, с повышенной соленостью вод и в нем накапливаются иловые и доломитовые осадки мелководного залива (мелкозаливной зоны).

Почти на протяжении всего раннего франа во время формирования нижнеджарбулакской свиты на территории района располагался мелкозаливный фациальный пояс с широким распространением застойной зоны мелководного залива (мелкозаливной зоны). Во время формирования нижней и средней части верхнеджарбулакской свиты в районе установился нормальный морской бассейн с богатой органической жизнью. К концу позднего живета в северной части района располагался мелкозаливный фациальный пояс, в южной части — волноприбойный (рис. 4, а, б).

В начале позднего фамена (начало времени формирования умбетинской свиты) всю территорию района занимал волноприбойный фациальный пояс и лишь в самой северной части по-прежнему находилась иловая зона мелководного залива (мелкозаливный пояс) (рис. 4, с, d). Южнее границы фациальных поясов находилась отмель зоны прибойя (прибойно-обломочная зона) шириной до 4 км.

В начале позднего фамена (начало формирования верхнекарататагатинской свиты) мелкозаливный фациальный пояс был распространен практически на всей территории района, возможно за исключением южной части, занятой в настоящее время интрузией гранодиоритов (рис. 5, а—d).

Во время накопления нижнекарататагатинской свиты палеогеографическая обстановка была неустойчивой. В этих условиях происходило накопление тонко-

³ Гунин Е. В., Тивинова Г. П. Отчет о результатах поисков разведочных работ на участке Каракия // Фонды Ангреной геологоразведочной экспедиции. 1972. № 1. 1 отчет. 168 л.

³ Gunin E. V., Tivinova G. P. Report on the results of exploration work in the Karakiya area., Funds of the Angren Geological Exploration Expedition, 1972, No. 1, 1 report, 168 p. (in Russian)

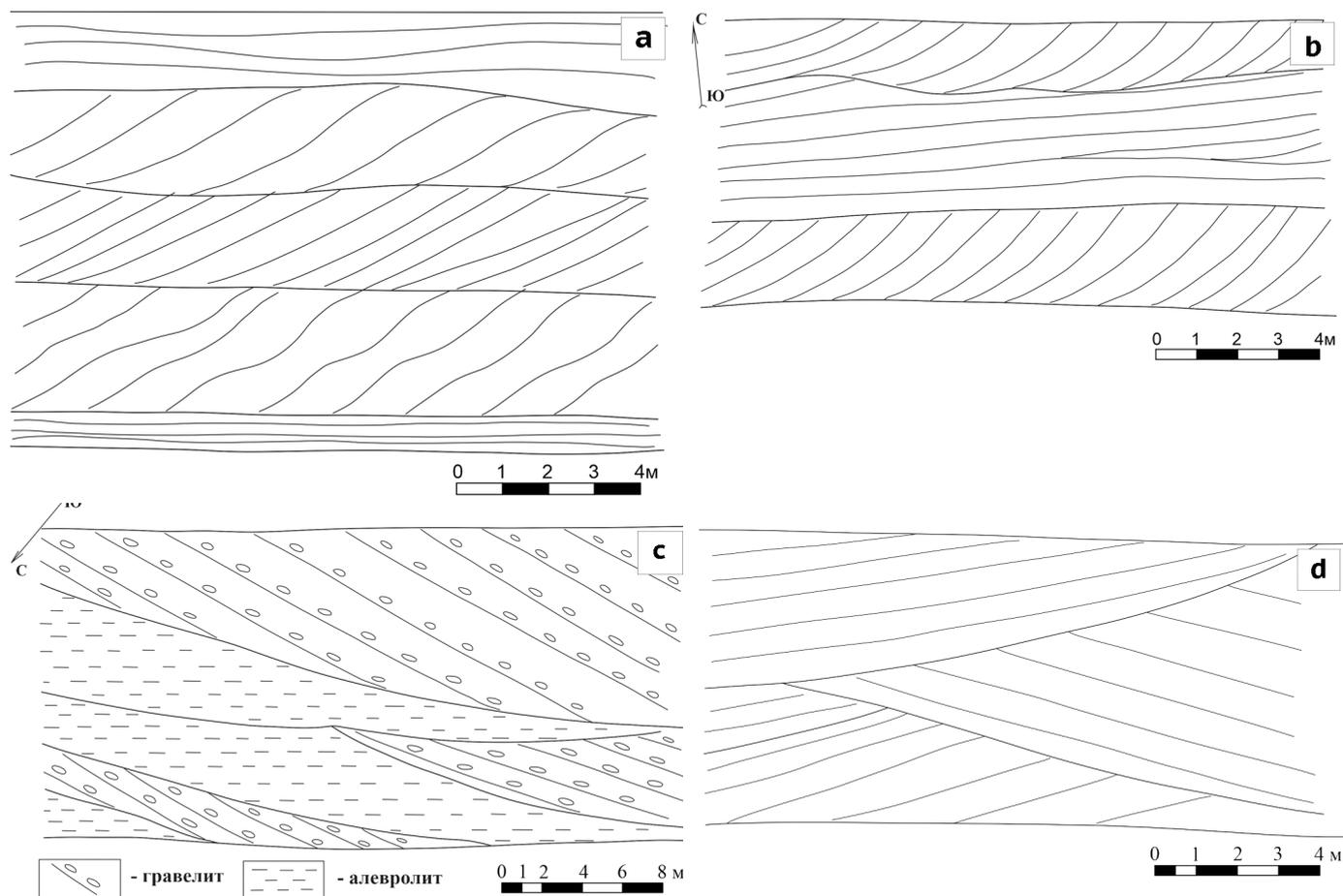


Рис. 4. Полевые зарисовки текстурных особенностей пород: а — многоярусная однонаправленная косая слойчатость в сланцах. Фация илов мелководной тиховодной впадины с действием донных течений (течениево-иловая) и застойной тиховодной лагуны (центрально-отстойной зоны). Разрез по Каратагате (профиль VI на рис. 1); б — мелкая косая однонаправленная слойчатость. Фация течениево-иловая. Разрез по Каратагате (профиль XXI на рис. 1); в — косая корытообразная слойчатость в линзах среднегравийных гравелитов и алевролитов. Фация подводно-дельтовая обломочная. Разрез по Каратагате (профиль XXII на рис. 1); д — косая перекрестная слойчатость в алевролитовом песчанике. Фация подводно-дельтовая обломочная. Разрез по Каратагате (профиль XXII на рис. 1)

Fig. 4. Field sketches of textural features of rocks: a — multi-tiered unidirectional cross-bedding in shales. The silt facies of a shallow, quiet-water depression with the action of bottom currents (current-silt) and a stagnant, quiet-water lagoon (central-silt zone). Section along Karatagata (profile VI in Fig. 1); b — fine oblique unidirectional lamination. The facies is flow-silt. Section along Karatagata (profile XXI in Fig. 1); c — oblique trough-shaped layering in lenses of medium-gravel gravelstones and siltstones. Submarine deltaic clastic facies. Section along Karatagata (profile XXII in Fig. 1); d — oblique cross-bedding in silty sandstone. Subaqueous deltaic clastic facies. Section along Karatagata (profile XXII in Fig. 1)

слоистых, часто переслаивающихся пород различной фациальной принадлежности. Граница между мелкозаливными и волноприбойными поясами часто далеко отодвигалась на юг. На территории изучаемого района располагался мелководно-заливный фациальный пояс с иловой и застойной зонами (мелкозаливная зона).

Южнее карбонатной гряды района Алтынтопкан располагалась мелководная (мелкозаливная) иловая зона шириной до 2–3 км. В этой полосе существовали небольшие отмели с накоплением обломочных пород (доломитов) в районе распространения отложений верхней подзоны (мелкозаливной обломочной зоны). Севернее иловой зоны существовала мелкозаливная застойная зона. Такая фациальная обстановка сохранялась непродолжительное время. Большую часть времени формирования верхнекаратагатинской свиты на всей площади района находилась застойная зо-

на мелководного залива (мелкозаливная обломочная зона) с накоплением черных битуминозных доломитов в восстановительной среде с сероводородным заряджением (Карбонатные..., 1982).

Во время отложения кулятинской ритмосвиты на площади Алмалыкского района и восточной части Алтынтопканского рудного района находился мелкозаливный фациальный пояс.

В начале отложения ритмосвиты располагалась мелкозаливная иловая верхняя подзона с накоплением светло-серых, серых, зеленовато-серых доломитов. Севернее в виде узкой полосы протягивалась мелкозаливная иловая нижняя подзона шириной 1–2 км с формированием в ней темно-серых доломитов. К северу от этой подзоны находилась застойная зона с накоплением черных доломитов (мелкозаливная застойная зона). Во время формирования кулятинской свиты на территории отдельных участков Алмалыкского

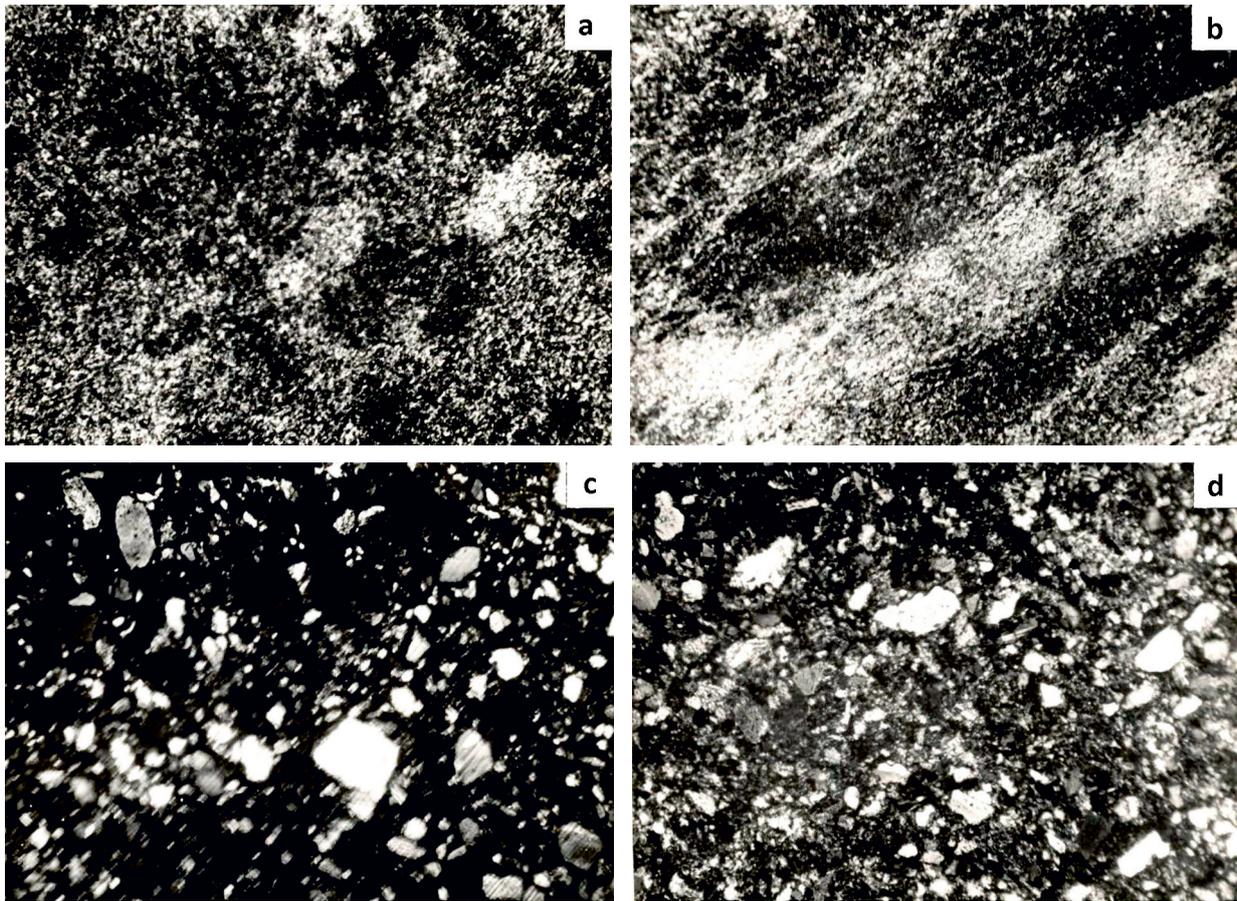


Рис. 5. Микрофотографии шлифов пород: а — сложная лепидобластовая структура в сланцах. Фация донно-течение-вая иловая; б — лепидобластовая структура в сланцах силура (Каратагата). Фация илов застойной тиховодной лагуны (центрально-отстойная иловая); с — песчаник мелкозернистый, алевролитовый. Фация подводно-дельтовая, обломочная подзона; д — песчаник алевролитовый. Фация подводно-дельтовая, обломочная подзона. Снимки сделаны при увел. 45, николи скрещены

Fig. 5. Microphotographs of rock sections: a — complex lepidoblastic structure in shales. The facies is bottom-flowing silty; b — lepidoblastic structure in Silurian shales (Karatagata). Central sedimentation silt facies; c — fine-grained sandstone, siltstone. Subaqueous deltaic facies, clastic subzone; d — siltstone sandstone. Subaqueous deltaic facies, clastic subzone. The images were 45x magnified, crossed nicols

района в верхах свиты существовала мелкозаливная застойная зона, в средней части — мелкозаливная иловая нижняя подзона, в нижней части — мелкозаливная иловая верхняя подзона с участием мелкозаливной обломочной зоны.

В турнейский и визейский века на территории всего района располагался морской бассейн с нормальной солёностью вод и с волноприбойным фациальным поясом.

Рудоносность осадочных формаций

В нижнесилурийских терригенных формациях рудоносность в рассеянном виде выявлена в нижней сардобской ритмоподсвете. Свита сложена в основном глинистыми породами с прослоями в верхней части донно-течение-вых и редко подводно-дельтовых алевролитов. По данным спектрального анализа, породы характеризуются повышенным содержанием золота, цинка, свинца, серебра, меди, сурьмы, мышьяка, кобальта, молибдена и др. Осадки сардобской ритмоподсветы прорываются дайками и штоками магматических пород кислого состава, реже среднего и основно-

го. Повышенные содержания элементов в доломитах и аргиллитах часто связаны с контактами или с магматическими телами вблизи контактов, с зонами тектонических нарушений в сланцах, с зонами окварцевания. Несмотря на то, что дайки, зоны тектонических нарушений и окварцевания развиты по всей ритмоподсвете, повышенные содержания рудных элементов химическим и спектральным анализами отнесены к двум частям ритмоподсветы: в основании и в кровле аргиллитов.

Нижний рудоносный горизонт включает раздробленные сланцы с содержанием меди — 0.1%, золота — 0.07 г/т, цинка — 0.02%, олова — 0.006%, серебра — 4.0 г/т; мощность интервала — 0,5м. Повышенные содержания рудных элементов характерны для осадочных формаций и только в одном случае для гранодиорит-порфиров. Зона с повышенными содержаниями располагается в низах рудоносной пачки в средней части гранодиорит-порфиров. Здесь на мощность 7.0 м содержание цинка составляет 0.1 %, свинца — 0.02 %, меди — 0.008 %, кадмия — 0.002 %. Над этой пачкой отмечаются горизонты с повышенным содержанием цинка в пределах 0.01—0.05 %, свинца 0.01—0.03 %,



меди 0.01–0.02 %, вольфрама — до 0.001 %, кобальта — до 0.001 %, молибдена — до 0.001 %, олова — до 0.001 %, золота — до 0.09 г/т, серебра — до 2 г/т. Повышенные содержания характерны для глинистых сланцев, реже для гранодиорит-порфиров. Пачка сложена донно-течениевыми аргиллитами.

Второй рудоносный горизонт отмечается в верхах кровли нижней кулятинской ритмоподсветы. Мощность обогащенной части рудными элементами — до 220.0 м. В осадочных породах повышенные содержания отмечаются на контакте с дайками, в зонах изменения, вызванных тектоническими нарушениями, в зонах окварцевания.

В начале рудоносного горизонта в слое алевролита, залегающем на гранодиорит-порфирах, мощностью 2.5 м, содержание цинка — до 0.15 %, свинца — 0.03 %, вольфрама 0.001 %. Выше залегает пачка алевролитов мощностью 24.5 м с повышенным содержанием цинка в пределах 0.03–0.07 %, сурьмы — 0.001–0.002 %, вольфрама — 0.001–0.003 %. В фациальном отношении повышенные содержания рудных элементов приурочены к алевролитам течениево-обломочной зоны и к аргиллитам центрально-отстойного фациального пояса. В зонах окварцевания рудоносной пачки отмечены высокие содержания меди, по данным спектрального анализа достигающие значения 0.5 %, серебра — до 0.2 г/т, повышенные содержания золота — до 0.04 г/т.

Еще одна рудоносная пачка мощностью 180 м выступает в нижней части верхней кулятинской ритмоподсветы, в 82.0 м от ее подошвы. В этой рудоносной пачке содержание меди достигает 0.02 %, свинца — 0.01–0.5 %, цинка — 0.01–0.4 %, сурьмы — 0.001–0.002 %, мышьяка — 0.04 %, вольфрама — 0.002 %, кобальта — 0.0015 %, молибдена — 0.0003 %, серебра — 10 г/т.

Обогащенными рудными элементами являются аргиллиты, сланцы глинистые, песчаники.

Таким образом, в отложениях нижнесилурийских терригенных формаций высокие содержания характерны для аргиллитов и сланцев тихоходного застойного (центрально-отстойного) фациального пояса и алевролитов зоны действия донных течений (донно-течениевого пояса).

Перспективными на золотое, свинцово-цинковое и редкометалльное оруденение являются нижняя и верхняя части нижней сардобской ритмоподсветы и средняя часть нижней пачки верхней кулятинской ритмоподсветы.

При изучении свинцово-цинкового оруденения девонских осадочных формаций было выяснено, что стратифицированные рудопроявления свинца и цинка приурочиваются к черным доломитам мелкозаливной застойной зоны и тяготеют в основном к верхам ритмопачек, ритмоподсвет и ритмосвит. По данным спектральных анализов, черные доломиты обогащены золотом, свинцом и цинком в несколько десятков, иногда и сотен раз выше по сравнению с доломитами, образовавшимися в мелкозаливной иловой и обломочной зонах мелкозаливного фациального пояса и по сравнению с известняками волноприбойного пояса. В отдельных горизонтах черных доломитов содержание свинца и цинка достигает до 0.07–0.1 %. Мощность рудоносных пачек достигает 37.0 м. Анализ послойных разрезов по девонским осадочным формациям и фа-

циально-палеогеографических карт, построенных по отдельным горизонтам, указывает на многократное и длительное существование мелкозаливной застойной зоны.

Выводы

Проведенные исследования литолого-фациальных нижнесилурийских и девонско-нижнекаменноугольных отложений позволили получить следующие результаты.

Среднепалеозойские терригенно-карбонатные формации входят в состав южно-тяньшанского ритмоподкомплекса, в состав позднеордовикско-ландоверийской ритмотолщи, в ранне- и среднеландоверийскую сардобскую ритмосвиту.

Девон-нижнекаменноугольные осадочные отложения относятся к срединно-тяньшанскому ритмоподкомплексу. Осадки сардобской ритмосвиты являются образованиями центрально-отстойного (тихоходного застойного), донно-течениевого (с действием донных течений) и подводно-дельтового (авандельтового) фациальных поясов. Отложения машрабской ритмосвиты являются осадками подводно-дельтового пояса, а вышележащие девон-нижнекаменноугольные отложения — осадками волноприбойного мелкозаливного, реже донно-течениевого поясов.

В нижнесилурийской сардобской свите распространены удаленная (дистальная) морская пелитовая формация, морская псаммито-пелитовая формация и шлировая (псаммитовая) формация. Девон-нижнекаменноугольными осадочными формациями являются прибрежно-морская слоисто-карбонатная, прибрежно-лагунная слоисто-карбонатная и шлировая.

В раннесилурийское время на территории района располагалась морская бассейн с тихоходными и застойными условиями (центрально-отстойный фациальный пояс), с периодическими существующими донными течениями, имеющими западное, северо-западное направления. В отдельные периоды здесь располагалась подводная дельта с обломочными и отмельными фациальными подзонами (Попов, 1958). Во время формирования раннеживетской машрабской свиты на территории Алмалыкского района находилась подводная дельта крупной реки с направлением течений на юго-запад (в современных координатах). Во время формирования средне- и верхнедевонских отложений в начале ритмов происходила трансгрессия морского бассейна с нормальной солёностью вод, с существованием на отмелях прибойно-обломочной зоны, в межотмельных понижениях — прибойно-иловой и застойной зон. К концу ритмов происходило засоление бассейна и он превращался в изолированный и полуизолированный водные бассейны типа лагуны с широким распространением застойных зон, занимающих понижения дна бассейна с восстановительными условиями и с сероводородным заражением. Длительное время такой бассейн существовал в позднем фамене во время накопления верхнекаратагатинской и кулятинской свит. В раннем карбоне произошла трансгрессия морского бассейна с нормальной солёностью вод, просуществовавшего весь ранний карбон на территории района и сопредельных площадях. И в это же время, возможно одновременно с осадконакоплением (сингенетично), в бассейнах происходило и нако-



пление мелких (дисперсных) металлов, которые под воздействием вулканической деятельности, выраженной гидротермальными процессами (эпигенетически), были переотложены в зонах окварцевания, ожелезнения, дробления, хлоритизации и др.

Литература / References

- Алексеев В. П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 284 с.
 Alekseev V. P. Atlas of subaqueous facies of the Lower Cretaceous deposits of Western Siberia (KhMAO-Yugra). Ekaterinburg: USMU Publishing House, 2014, 284 p. (in Russian)
- Волков А. В., Галямов А. Л. Геофизическая модель земной коры, геодинамические обстановки, перспективы открытия месторождений золота карлинского типа в арктической зоне Республики Саха (Якутия) // Арктика: Экология и экономика. 2020. № 1. С. 86–87.
 Volkov A. V., Galyamov A. L. Geophysical model of the earth's crust, geodynamic conditions, prospects for the discovery of Carlin-type gold deposits in the Arctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia). Arctic: Ecology and Economics, No. 1, 2020, pp. 86–87. (in Russian)
- Волков А. В., Сидорова А. А. Геолого-генетическая модель месторождения золота карлинского типа // Литосфера. 2016. № 6. С. 89–96.
 Volkov A. V., Sidorova A. A. Geological and genetic model of the Carlin type gold deposit. Lithosphere, 2016, No. 6, pp. 89–96. (in Russian)
- Голованов И. М. Меднорудные формации Западного Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1978. С. 15–28.
 Golovanov I. M. Copper ore formations of the Western Tien Shan. Tashkent: Fan, 1978, pp. 15–28. (in Russian)
- Ибламинов Р. Г. Геология и генезис месторождений эндогенной серии. Пермь, 2019. 232 с.
 Iblaminov R. G., Geology and Genesis of Endogenous Series Deposits. Perm, 2019, 232 p. (in Russian)
- Карбонатные, силицитовые и удаленные пелитовые формации Средней Азии // Генетические типы и этапы образования свинцово-цинкового оруденения в Алмалыкском рудном районе: Сб. науч. тр. 1982. № 678. С. 273–274.
 Carbonate, silicite and remote pelitic formations of Central Asia. Collection of scientific papers Genetic types and stages of formation of lead-zinc mineralization in the Almalyk ore region, 1982, 678, pp. 273–274. (in Russian)
- Плещенко И. В., Малахова Н. А. Детальное литолого-фациальное изучение рудовмещающих карбонатных формаций (D2-C1) северо-западной части Центрального блока и сопредельных районов. Ташкент, 1980, 170 с.
 Pleschenko I. V., Malakhova N. A. Detailed lithologic-facies study of ore-bearing carbonate formations (D2-C1) of the northwestern part of the Central block and adjacent areas. Tashkent, 1980, 170 p. (in Russian)
- Плещенко И. В., Мирзаев А. У., Кушаков А. Р., Булина В. Р., Илхамов Г. Х. Месторождения и рудопроявления свинца и цинка в девонских формациях Западного Тянь-Шаня // Основные проблемы магматической геологии Западного Тянь-Шаня: Материалы республ. науч. конф., посвящ. пам. акад. Т. Н. Далимова. Ташкент, 2012. С. 62–65.
 Pleschenko I. V., Mirzaev A. U., Kushakov A. R., Bulina V. R., Ilkhamov G. Kh. Deposits and ore occurrences of lead and zinc in the Devonian formations of the Western Tien Shan. Main problems of igneous geology of the Western Tien Shan. Proc. of the Republican scientific conference dedicated to the memory of Academician T. N. Dalimov. Tashkent, 2012, pp. 62–65. (in Russian)
- Попов В. И. История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. Ташкент, 1958. 135 с.
 Popov V. I. History of depressions and uplifts of the Western Tien Shan. Tashkent, 1958, 135 p. (in Russian)
- Попов В. И. Динамический принцип фациального анализа осадочных формаций. Физические и химические процессы и фации. М.: Наука, 1947. С. 169–172.
 Popov V. I. Dynamic principle of facies analysis of sedimentary formations. Physical and chemical processes and facies. Moscow: Nauka, pp. 169–172. (in Russian)
- Попов В. И., Макарова С. Д., Филиппов А. А. Руководство по определению и методика фациально-палеогеографического картирования. М.: Гостоптехиздат, 1963.
 Popov V. I., Makarova S. D., Filippov A. A. Guide to the definition and methodology of facies-paleogeographic mapping, Moscow: Gostoptekhizdat, 1963. (in Russian)
- Попов В. И., Плещенко И. В., Панин В. И. К методике изучения стратиформных свинцово-цинковых месторождений. Процессы осадочно- и вулканогенно-осадочного накопления цветных металлов. Новосибирск: Наука, 1980. С. 102–108.
 Popov V. I., Pleschenko I. V., Panin V. I. Towards a methodology for studying stratiform lead-zinc deposits. Processes of sedimentary and volcanogenic-sedimentary accumulation of non-ferrous metals. Novosibirsk: Nauka, 1980, pp. 102–108. (in Russian)
- Старостин В. И. Металлогения: Учебник. М., 2021. С. 5–6.
 Starostin V. I. Metallogeny. Textbook. Moscow, 2021, pp. 5–6. (in Russian)
- Тугарова М. А., Жуковская Е. А. Атлас типовых фаций. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. 142 с.
 Tugarova M. A., Zhukovskaya E. A. Atlas of typical facies. Izhevsk: Institute of Computer Research, 2019, 142 p. (in Russian)
- Шишлов С. Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. СПб.: С.-Петербург. горный институт, 2010. 276 с.
 Shishlov S. B. Structural and genetic analysis of sedimentary formations. St. Petersburg: St. Petersburg Mining Institute, 2010, 276 p. (in Russian)
- Barber J. A. Minerals exploration statistics for years 1980, 1981, And 1982 // Econ. Geology. 1984. Vol. 79. No. 7. Pp. 1768–1773.
 Rye R. O. A model for formation of carbonate-hosted disseminated gold deposits based on geologic, fluid-inclusion geochemical and stable isotope studies of the Carlin and Cortez deposits, Nevada. US. geol. surv. bull., 1985, No. 1646. 24–25 p.