

УДК 553.411.071 (571.5)

**РУДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД В ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ
ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ
СЕВЕРНОГО КAVKAZA**

© Парада С.Г.

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

Выделен рудоподготовительный период в истории формирования месторождений золота в черносланцевых комплексах Северного Кавказа, связанный с этапом накопления и постседиментационного преобразования углеродисто-терригенных осадков. В этот период образовались предрудные концентрации элементов в больших объемах горных пород. Установлено, что при наложенном динамо-термальном метаморфизме все перечисленные образования и вмещающие породы теряют золото пропорционально интенсивности метаморфизма и являются источником этого элемента при метаморфогенном рудообразовании.

***Ключевые слова:** источники золота, черносланцевые комплексы, крупнообъемное оруденение, рудоподготовительные системы, литогенное рудообразование, метаморфогенное рудообразование, Северный Кавказ, Сибирь, Дальний Восток*

На Северном Кавказе в последние годы проведены целенаправленные поисковые работы на рудное золото. В результате выявлено множество рудопроявлений золота в пределах Куруш-Мазинского полиметаллического рудного узла горного Дагестана [1], в Авсандур-Ламардонском, Джимидонском, Шаухохском и Теплинском рудных узлах Республики Северная Осетия – Алания [14, 27], Лесное и Березовское рудопроявления в Карачаево-Черкесской Республики [9]. Перспективные золоторудные проявления различных генетических и геолого-промышленных типов выявлены в Кабардино-Балкарской республике [6, 7, 21, 25] и в Ростовской области [8, 17]. В ходе сопутствующих научно-исследовательских работ установлено, что большинство выявленных объектов можно отнести к черносланцевому типу [1 – 5, 13, 19, 22, 29]. В связи с этим возникает возможность применения разработанных на примере золотоносных черносланцевых комплексов Сибири и Дальнего Востока генетических концепций к исследованию районов развития рудоносных черносланцевых толщ Северного Кавказа.

Известно, что многие золоторудные месторождения в углеродисто-терригенных (черносланцевых) комплексах располагаются в амагматичных зонах складчатых областей и не обнаруживают связи с интрузивным магматизмом. К таким месторождениям наиболее часто применяются модели метаморфогенного рудообразования [2, 30]. Одной из проблем подобных моделей является относительно низкая концентрация золота в метаморфизируемых породах, которой может не доставать для образования месторождений при его мобилизации из реальных объемов осадочных толщ.

В связи с этим, реальность образования промышленных месторождений золота при метаморфизме многими исследователями подвергается сомнению. И действительно,

чтобы достичь промышленных содержаний золота в рудах, необходимо увеличение концентраций этого элемента относительно вмещающих пород в 1000 – 10000 раз.

Рассматривая эволюцию представлений о длительности и последовательности развития минеральных парагенезисов в рудных месторождениях, Д. В. Рундквист [23] пришел к необходимости выделения, помимо этапов, стадий и рудоносных эпох, более длительного периода предыстории формирования месторождений, включающего этапы накопления и постседиментационного преобразования осадочных пород. Такой период необходим для создания промежуточных концентраций золота, превышающих кларк горных пород примерно в 100 и более раз. Если такое превышение будет создано в значительных по объему участках, то они могут рассматриваться как реальный источник золота при метаморфогенном рудообразовании.

Огромный фактический материал, публикуемый в последние годы по геодинамике и истории развития осадочно-породных бассейнов с одной стороны, достижения стадийного анализа и геохимии процессов литогенеза с другой стороны, значительно расширили и во многом изменили существующие представления об условиях формирования осадочных формаций, их постседиментационной истории и рудоносности. Доказано [28], что полнота проявления стадий литогенеза и особенности аутигенного минералообразования во многом определяются фаціальным составом осадков и геодинамическим типом развития осадочно-породных бассейнов. В работе В.Н.Холодова [26] показано, что фазовая дифференциация вещества, проявляющаяся в условиях гипергенеза и седиментогенеза, продолжается в диагенезе и катагенезе и, в зависимости от особенностей тектонической обстановки, приводит к формированию стратиформных месторождений меди, свинца, цинка или урана. В такие периоды, по нашему мнению, могут образоваться и предрудные концентрации других элементов, в том числе золота. Таким образом, специфика перераспределения рудных элементов в осадочных толщах, обуславливающая формирование рудных или предрудных концентраций конкретных элементов, должна быть связана с особенностями литогенеза, характером и полнотой проявления стадий постседиментационного преобразования осадков.

Вышесказанное дает возможность рассматривать предысторию формирования золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах в рамках рудно-литогенных систем. Функционирование таких систем связано с конкретными этапами накопления и постседиментационного преобразования углеродисто-терригенных осадков. Итогом развития рудно-литогенных систем может являться формирование предрудных концентраций в виде минеральных скоплений различной морфологии и состава в больших объемах горных пород, обеспечивающих легко ремобилизуемым ресурсом золота последующие процессы регионального метаморфизма и (или) интрузивного магматизма.

На материалах по золоторудным месторождениям, локализованным в углеродисто-терригенных толщах Сибири, Дальнего Востока и др. золотоносных регионов, нами выделены три минерально-морфологических типа предрудных концентраций золота, связанных с различными стадиями литогенеза углеродисто-терригенных толщ: 1) участки скопления осадочно-диагенетических сульфидов; 2) зоны концентрации элизионно-катагенетических кварцевых жил и прожилков, жильно-прожилковых зон; 3) прослои и залежи кремнистых и сульфидно-кремнистых субмаринных эксгаляционно-осадочных образований. Содержания золота во всех перечисленных образованиях в 100 раз превышают фоновые, являются субпромышленными и составляют десятые доли г/т.

Участки скопления золотоносных осадочно-диагенетических сульфидов широко развиты в рифейских черных сланцах Северо-Енисейской и Ленской золотоносных провинций. По данным [15], геодинамическая обстановка формирования сульфидизированных черносланцевых толщ Бодайбинского района, соответствует условиям внешнего шельфа пассивной континентальной окраины. Преобладающие в рудоносной толще углеродистые филлиты характеризуются нормальным для осадочных

пород калиевым типом щелочности, ассоциируют с подчиненными карбонатными отложениями, содержат сульфиды и железо-магниевого карбонаты. Установлено, что в первично осадочном отношении они являлись существенно глинистыми образованиями каолинит-гидрослюдистого состава и накапливались в застойных условиях. Углеродистая компонента этих осадков формировалась с заметным участием бентосных сульфатредуцирующих бактериальных сообществ. Породы прошли стадию диагенеза, что способствовало консервации повышенных количеств золота в образующихся при этом сульфидах, после чего подверглись складчатости и метаморфизму.

Зоны концентрации золотоносных латераль-секреционных кварцевых жил и прожилков распространены в толщах верхнепалеозойско-нижнемезозойского терригенного верхоянского комплекса Верхояно-Колымской области и связаны с катагенезом лавинных отложений материкового склона. Обнаружено, что первично пелитовые, алевритовые и псаммитовые углеродистые породы, слагающие основной объем верхоянского комплекса, обладают аномально высокими для терригенных осадочных образований содержаниями Na_2O при нормальных – K_2O . Доказано [12, 16], что все они оказались в условиях катагенеза, минуя стадию диагенеза. В связи с этим толщи подверглись региональной альбитизации за счет активизации седиментогенных хлоридно-натриевых поровых вод. При этом происходило разделение геохимии натрия и хлора: первый фиксировался в новообразованном альбите; второй, не находя собственной минеральной фазы, насыщал поровый раствор и, обладая избирательно высокой активностью по отношению к золоту, способствовал его переводу в подвижную форму. Образующиеся в качестве промежуточного продукта гидрооксиды натрия повышали щелочность среды, что приводило к значительному увеличению растворимости кремнезема. Металлогеническим следствием этих геохимических процессов явилось перераспределение кремнезема и золота и формирование рассеянной золотоносной минерализации кварцево-жилно-прожилкового типа в крупных объемах горных пород. Значительную роль в этих процессах играло рассеянное углеродистое вещество, которое по геологическим данным представляло собой растительный детрит, поставляемый с континента вместе с минеральными компонентами. Как показали специальные исследования [11], оно могло сорбировать золото из морской воды в процессе седиментации до 50 % от собственного веса. В температурных условиях катагенеза происходила десорбция, и золото легко возвращалось в хлоридный раствор.

Залежи и прослои субмаринных эксгальационно-осадочных сульфидно-кремнистых образований выявлены по соответствующим величинам $\text{Fe}+\text{Mn}/\text{Ti}$ модуля М. Н. Страхова [24] среди кварцитовидных пород, распространенных в вулканогенно-кремнисто-терригенных и кремнисто-терригенных лавинных отложениях материкового подножия и океанического ложа палеозойского Амуро-Охотского океанического бассейна, соответственно, отличающихся незначительным развитием пассивных континентальных окраин. Они характеризуются высокими концентрациями марганца, кобальта, никеля и др. рудных элементов, содержания золота иногда достигают 1 г/т и более. В терригенных толщах Амуро-Охотской области, обладающих натриевой специализацией, также характерно массовое развитие элизионно-катагенетических кварцево-жилно-прожилковых зон, сформировавшихся за счет выше описанных процессов. Кроме этого, иногда отмечаются участки калиевых черных сланцев с осадочно-диагенетической сульфидной минерализацией, которые представляют собой реликты отложений шельфа, тектонически совмещенные в разрезе с наиболее широко распространенными лавинными накоплениями подножия континентального склона и океанического ложа.

На примере золотоносных районов Амуро-Охотской области, где отмечаются все типы предрудной золотоносной минерализации, доказано [20], что относительно слабо золотоносные элизионно-катагенетические кварцевые жилы и прожилки, эксгальационно-осадочные сульфидно-кремнистые залежи и осадочно-диагенетические сульфиды подверглись динамо-термальному метаморфизму вместе с вмещающими их породами (рис. 1). Это выразилось в перекристаллизации кварца и появлении в нем

вторичных водно-углекислотных включений, кристаллобластических структур в агрегатах рудных минералов, увеличении крупности и пробности частиц самородного золота [2]. При этом установлен вынос золота из наиболее метаморфизованных перечисленных предрудных образований и вмещающих пород (таблица), а также зависимость состава продуктивных растворов, сформировавших золоторудные месторождения, от степени метаморфизма вмещающих пород. Все это позволяет считать крупнообъемные участки ранней литогенной минерализации основным источником рудных элементов при метаморфогенном рудообразовании.

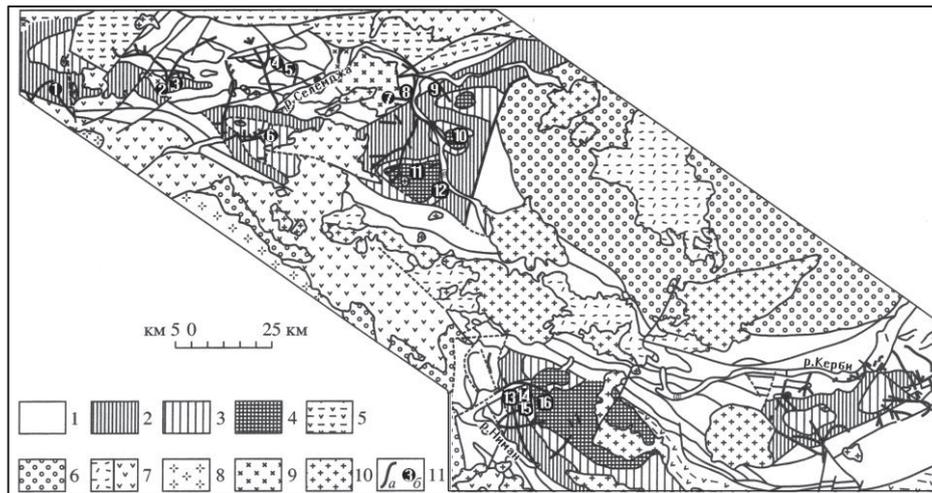


Рис. 1. Схема зональности эпигенетических преобразований золотоносного палеозойского углеродисто-терригенного комплекса Амура-Охотской складчатой области (по [16]) с дополнениями и изменениями:

1 – 4 – зоны эпигенетических преобразований золотоносного палеозойского углеродисто-терригенного комплекса: 1 – зона катагенеза (I), 2 – 4 – зоны динамо-термального метаморфизма: 2 – стибьномелановая (II), 3 – биотитовая (III), 4 – гранатовая (IV); 5 – вулканогенно-осадочные породы палеозоя; 6 – осадочные породы мезозоя; 7 – вулканогенные породы мезозоя; 8 – древние гранитоиды Бурейского массива; 9 – позднепалеозойские гранитоиды Ингагинского комплекса; 10 – мезозойские гранитоиды; 11 – россыпные (а) и коренные (б) месторождения золота: 1 – Маломырское, 2 – Верхне-Мынское, 3 – Ворошиловское, 4 – Иннокентьевское, 5 – Токурское, 6 – Сагурское, 7 – Ингагинское, 8 – Ясенское, 9 – Унгличанское, 10 – Харгинское, 11 – Афанасьевское, 12 – Ленинское, 13 – Буровое, 14 – Жильное, 15 – Лысогорское, 16 – Петровское

Таблица 1

Изменение концентраций золота (мг/т) в объектах предрудной минерализации и вмещающих породах в связи с наложенным метаморфизмом (см. рис. 1)

Зоны метаморфизма	I	II	III	IV
Эксталяционные сульфидно-кремнистые образования	14,0... 540,0	4,1	1,3	2,0
Участки диагенетической пиритизации	161,0... 242,0	4,6	-	-
Монофракции чистого кварца из рудных жил	9,6... 71,0	7,9	4,5	2,4
То же, из безрудных жил	7,2... 56,0	7,1	4,1	2,5
Углеродисто-терригенные породы	4,8	3,2	1,6	2,2
Океанические метабазальты	-	4,0	1,6	1,0

Наличие крупнообъемных скоплений относительно слабо золотоносной предрудной минерализации снимает также проблему коренных источников золота в аллювиальных россыпях, количество добытого золота из которых зачастую намного превышает запасы в известных коренных месторождениях, или, если последние вообще не обнаруживаются. При благоприятных геоморфологических условиях именно они могли обеспечить россыпную золотоносность в некоторых золотоносных провинциях. В районах проявления зонального метаморфизма и (или) интрузивного магматизма такие участки крупнообъемной минерализации могут служить поисковым признаком и

критерием высокой продуктивности эндогенных месторождений золота. В отдельных случаях они могут представлять интерес как самостоятельные объекты для промышленной разработки.

На Северном Кавказе более всего изучены рудопроявления и месторождения золота Малка-Муштинского, Уруп-Лабинского и Кардан-Куспартинского рудных узлов, охватывающие черносланцевые толщи протерозоя, палеозоя и мезозоя. По результатам минералого-геохимических исследований в углеродистых толщах названных рудных узлов нами выделены три минерально-морфологических типа золотоносных минерализаций, которые или сами по себе являются объектом геологоразведочных работ или сопутствуют более богатым рудам. Исходя из изложенного выше материала, изученные на Северном Кавказе минерализации в черносланцевых комплексах перечисленных рудных районов можно рассматривать как предрудные концентрации золота, связанные с различными стадиями литогенеза углеродисто-терригенных толщ. К ним относятся 1) участки скопления осадочно-диагенетических сульфидов в углеродистых отложениях юры Кардан-Куспартинского рудного узла, где основное золото связано с пиритом (рис. 2); 2) зоны концентрации кварцевых жил и прожилков Уруп-Лабинского и Малка-Муштинского рудных узлов, где золотоносные минерализации чаще всего связаны с кварцевыми жилами и кварцевожильно-прожилковыми зонами (рис. 3); 3) прослои и залежи сульфидно-кремнистых субмаринных эксгальационно-осадочных образований Кардан-Куспартинского и Уруп-Лабинского рудных узлов. Содержания золота во всех перечисленных образованиях в 100 раз превышают фоновые и составляют сотые и десятые доли г/т.

В литохимическом отношении вмещающие породы перечисленных рудных узлов четко разделяются на три группы, – 1) калиевые, 2) натриевые, и 3) натриевые с аномально повышенным магнием [18]. Такое разделение хорошо иллюстрируется треугольной диаграммой (рис. 4).

Выявленная калиевая, натриевая и магниевая специализации углеродисто-терригенных пород устанавливаются не только в пределах участков рудных минерализаций, но и сохраняются по простиранию толщ, то есть является свойством самих пород, независимо от того, есть в них оруденение или нет.

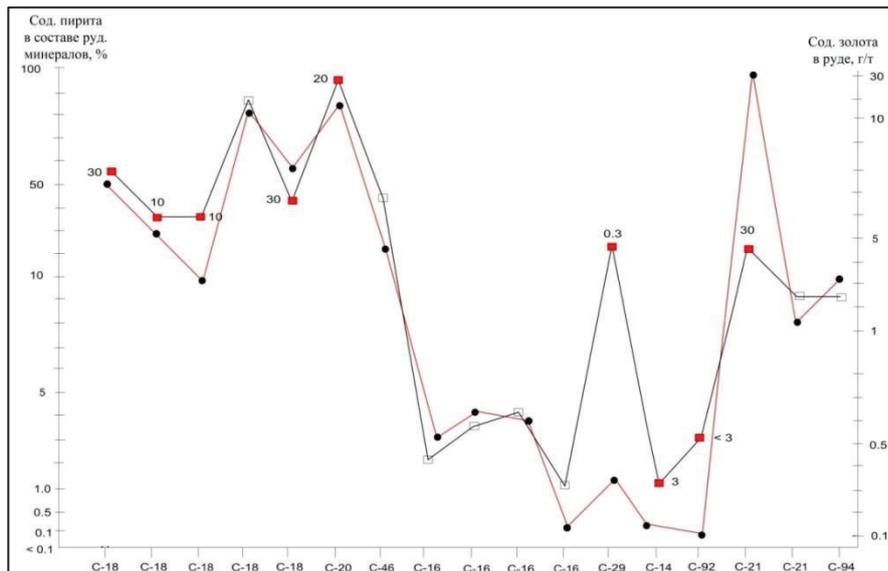


Рис. 2. Диаграмма, подтверждающая сульфидный тип золотого оруденения Кардан-Куспартинского рудного узла:

красная линия с черными точками – содержание золота в валовой пробе руды (г/т), черная линия с квадратами – содержание пирита в составе рудных минералов (%), красный квадрат и число возле него – содержание золота в пирите (г/т).

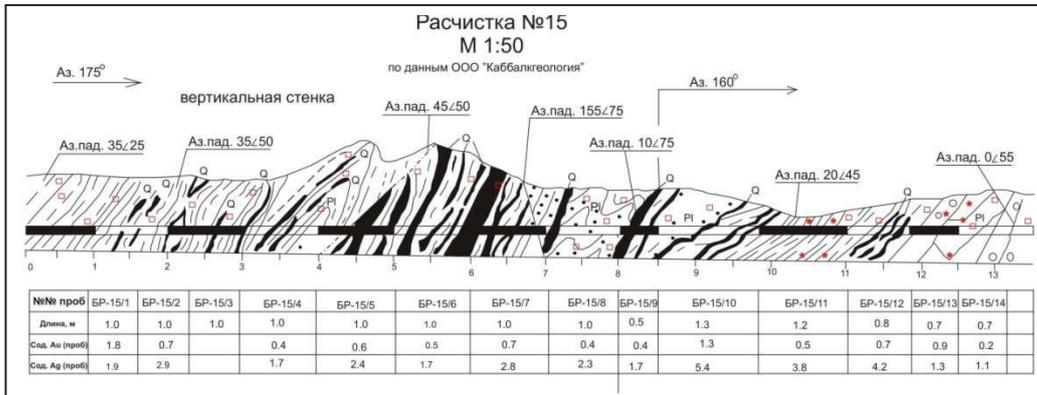


Рис. 3. Строение золотоносной кварцево-жильно-прожилковой зоны в углеродистых сланцах и метапесчаниках, с результатами бороздowego опробования.

Малка-Муштинский рудный узел:

Левый борт р. Хасаут. Документировал С.Г. Парада. Черная заливка – жильный кварц, чередование прерывистых и сплошных линий – углеродистые сланцы, точки – метапесчаники, красные квадратики – рассеянная вкрапленность пирита, красные звездочки – лимонитизация.

Калиевая специализация, собственно говоря, является обычной для глинистых пород и соответствует геохимической направленности литогенеза. А вот натриевая специализация терригенных толщ, как показано выше, является аномальной. Как показано выше, она обусловлена региональной альбитизацией толщ в условиях катагенеза за счет натрия хлоридно-натриевых поровых вод. При этом разделение геохимии натрия и хлора приводит к формированию обогащенных золотом латераль-секреционных кварцевых жил и жильно-прожилковых зон.

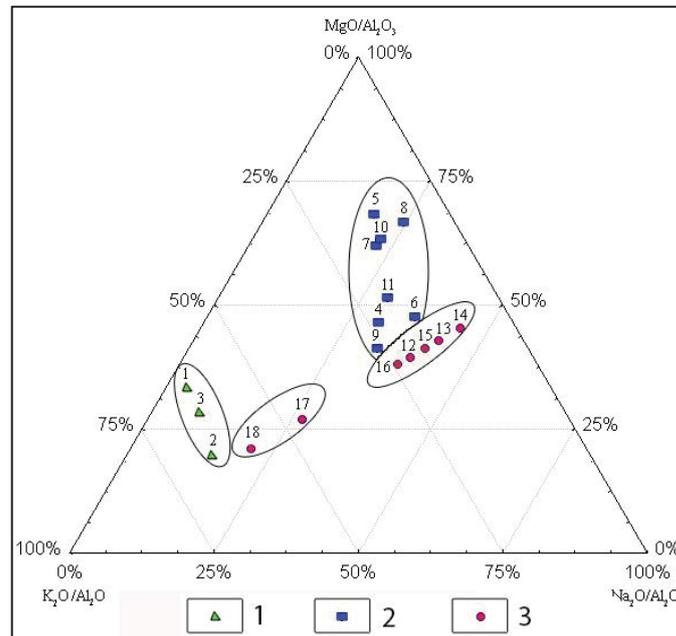


Рис. 4. Треугольная диаграмма, иллюстрирующая наличие трех типов золотоносных углеродисто-терригенных толщ на Северном Кавказе:

1 – юрские углеродисто-глинистые сланцы (1–3) Кардан-Куспартинского рудного узла, 2 – девонские углеродисто-терригенные породы (4–11) Урупо-Лабинского рудного узла, 3 – протерозойские углеродистые метаморфические сланцы (12–16) и не метаморфизованные аргиллиты шиджатмазской свиты (17–18) Малка-Муштинского рудного узла

Магниева специализация легко объясняется соответствующим петрофондом, в качестве которого выступают породы древнего офиолитового комплекса [4]. Это подтверждается микроскопическими исследованиями шлифов, где часто обнаруживаются микрообломки ультраосновных пород и зерна хромшпинелида (пикотита). А также пересчетами химических составов пород на первично осадочный минеральный состав, когда избыток магния связывается с высокомагниевыми силикатами коры выветривания ультраосновных пород [18]. По содержанию элементо-примесей они также выделяются повышенными концентрациями хрома, никеля, кобальта [5, 21].

Таким образом, выделяемые в изученных районах Северного Кавказа минерально-морфологические типы золотоносных минерализаций соответствуют трем литохимическим типам вмещающих углеродистых пород, что указывает на более тесную связь процессов литогенеза и рудообразования и позволяет выделить три эволюционные серии углеродисто-терригенных комплексов, представляющих литогенные рудоподготовительные системы. Они отвечают геодинамическим обстановкам 1) шельфа (юрские черные сланцы Кардан-Куспартинского рудного узла и шиджатмазкая свита Малка-Муштинского рудного узла), 2) континентального склона (малкинский протерозойский комплекс, включающий халтухаколскую и долинонарзанную свиты Малка-Муштинского рудного узла), 3) подножия континентального склона и ложа океанического бассейна (палеозойские углеродистые толщи Урупо-Лабинского рудного узла).

Каждый из перечисленных комплексов представляет собой своеобразный тип автономной рудоподготовительной системы, возможность функционирования которой показана в [10]. Каждая из них функционирует определенным образом, в зависимости от фациальных условий седиментогенеза, характера и полноты проявления последующих стадий литогенеза. Эти системы организуют сбор рудного вещества, его транспортировку и концентрацию в виде участков минерализации с определенными вещественно-морфологическими признаками и с повышенными содержаниями золота. Такие системы предлагается называть литогенными [16]. Развитие литогенных систем представляет длительный период предыстории месторождения (по [23]), приводящий к возникновению крупнообъемных участков скопления повышенных концентраций золота.

Литература

1. Багатаев Р.М., Бергер М.Г. Минералого-геохимические особенности золотоносных рудопоявлений в черносланцевых толщах горного Дагестана // Геология и геофизика Юга России, 2012. № 4. С. 8–24.
2. Буряк В.А., Неменман И.С., Парада С.Г. Метаморфизм и оруденение углеродистых толщ Приамурья. ДВО АН СССР. Владивосток, 1988. 116 с.
3. Вертий С.Н., Щеглов В.И. Многомерный регрессивный анализ золотоносности Муштинского рудного поля // Вестник ЮРГТУ, 2009. № 1. С. 52–60.
4. Глазырина Н.В. Особенности вещественного состава и рудоносности тоханской черносланцевой формации Северного Кавказа // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки, 2006. № 3. С. 77–80.
5. Литология, геохимия и золотоносность черносланцевых комплексов Северного Кавказа / В.И. Гончаров, И.А. Богуш, Н.В. Глазырина, В.С. Исаев // Вестник Южного научного центра, 2006. Т. 1. № 4. С. 58–64.
6. Емкужев А.С., Джубуев Н.С. Минерально-сырьевая база Кабардино-Балкарской Республики // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2012. № 1. С. 42–55.
7. Опыт применения крупномасштабной магнитной съемки при поисках золотого оруденения в Восточной части Передового хребта (Кабардино-Балкарская республика) / А.С. Емкужев, С.Г. Парада, В.В. Столяров, В.А. Тарасов // Геология и геофизика Юга России, 2013. № 3. С. 3–19.
8. Перспективы золотоносности Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена / Г.В. Зеленицкий, Н.К. Курбанов, П.Г. Кучеревский, Т.П. Радаева // Руды и металлы, 2001. № 2. С. 26–35.

9. *Карнаух Ю.В., Омельченко В.Л., Абайханов У.И.* Минерально-сырьевая база Карачаево-Черкесской Республики // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2012. № 1. С. 57–65.
10. *Котина Р.П., Швецов П.Ф.* Формирование автономной рудогенерирующей структуры на стадии метазенеза // Докл. АН СССР, 1988. Т. 302. № 2. С. 396–399.
11. *Кулиш Е. А., Парада С.Г.* Металлогенический аспект геохимии натрия в черносланцевых комплексах // Минералогический журнал, 2007. Т. 29. № 4. С. 5–14.
12. *Кулиш Е. А., Парада С.Г.* Поведение золота и других рудообразующих элементов в условиях метаморфизма пород черносланцевых комплексов // Минералогічний журнал, 2009. Т. 31. № 2 (160). С. 92–101.
13. *Матишов Г.Г., Парада С.Г., Давыденко Д.Б.* Технологии прогнозирования залежей углеводородов и минеральных месторождений будущей России (на примере южного региона) // Геология и геофизика Юга России, 2011. № 1. С. 20–31.
14. *Мисетов А.В., Полковой А.П.* Минерально-сырьевые ресурсы Республики Северная Осетия – Алания // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2012. № 1. С. 67–77.
15. *Немеров В. К., Станевич А.М.* Эволюция рифей-вендских обстановок биолитогеоза Байкальской горной области // Геология и геофизика, 2001. Т. 42. № 3. С. 456–470.
16. *Парада С.Г.* О литогенной природе некоторых золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах // Литология и полезные ископаемые, 2002. № 3. С. 275–288.
17. *Парада С.Г.* Перспективные геолого-промышленные типы рудопроявлений золота в Ростовской области // Вестник Южного научного центра РАН, 2014. Т. 10. № 4. С. 53–60.
18. *Парада С.Г.* Генетические модели предрудных золотоносных минерализаций в черносланцевых комплексах Северного Кавказа // Вестник Южного научного центра РАН, 2015. Т. 11. № 2. С. 53–62.
19. Минерогенические аспекты геохимических исследований Малкинского рудного района / *С.Г. Парада, М.Ю. Маркин, Ю.В. Холод, И.Ю. Шишкалов* // Вестник Южного научного центра, 2011. Т. 7. № 1. С. 47–58.
20. *Парада С.Г., Рожков С.С.* Метаморфогенная зональность золото-кварцевого оруденения малосульфидной формации // Минералогический журнал, 2003. Т. 25, № 4. С. 119–124.
21. Проявление потенциально платиноносных гипербазитов в геохимических аномалиях Ni, Cr и Co на примере Восточной части Передового хребта (Кабардино-Балкарская республика) / *С.Г. Парада, В.В. Столяров, М.Ю. Маркин, И.Ю. Шишкалов* // Геология и геофизика Юга России, 2014. № 2. С. 42–54.
22. *Парада С.Г., Холод Ю.В., Шишкалов И.Ю.* Геохимия вторичных ореолов рассеяния Малка-Муштинского рудного узла (Северный Кавказ) // Вестник Южного научного центра, 2011. Т. 7. № 3. С. 55–60.
23. *Рундквист Д.В.* Фактор времени при формировании месторождений: периоды, эпохи, этапы и стадии рудообразования // Геология руд. месторождений, 1997. Т. 39. №1. С. 11–24.
24. *Страхов Н.М.* Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука. 1976. 300 с.
25. Геофизические методы при поисках золоторудной минерализации на флангах Тырнаузского рудного узла / *В.А. Тарасов, М.С. Емжуев, С.Г. Парада, В.В. Столяров* // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология, 2015. №1. С. 109–117.
26. *Холодов В.Н., Шмариович Е.М.* Рудогенерирующие процессы элизионных и инфильтрационных систем // Геология руд. Месторождений, 1992. № 1. С. 3–22.
27. *Чотчаев Х.О., Гогичев Р.Р.* Геологические особенности и характеристика золотоносности Теплинского рудного узла // Геология и геофизика Юга России, 2016. № 4. С. 128–143.
28. *Янаскурт О.В.* Предметаморфические изменения осадочных пород в стратифере: Процессы и факторы. М.: ГЕОС, 1999. 260 с.
29. *Parada S.G., Stolyarov V.V.* Relation of gold mineralization on the northern flank of the Tyrnauz deposit to intrusive complexes, Kabardino-Balkar Republic // Doklady Earth Sciences, 2012. Т. 445, № 2. P. 939–942.
30. *Ramberger S.V.* Geochemistry of gold in hydrothermal deposits. Introduction to geology and researches of gold and geochemistry of gold // U.S.G.S. Bull., 1988. № 1857. P. A9–A23.