

**ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ И ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-
КВАРЦЕВОЕ С ЭПГ ОРУДЕНЕНИЕ
В ТОАР-ААЛЕНСКИХ УГЛЕРОДИСТО-ТЕРРИГЕННЫХ
ФЛИШОИДНЫХ (ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ) ТОЛЩАХ
ФИАГДОН-ТЕРСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ
ПОДЗОНЫ САМУРО-БЕЛОРЕЧЕНСКОЙ
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

**А.Г. Гурбанов¹, О.П. Туаев², В.М. Газеев³, А.Б. Лексин⁴,
О.А. Гурбанова⁵, А.Б. Лолаев⁶**

Аннотация. В последнее время в области геологии золоторудных месторождений фундаментальной проблемой является выявление характера и причин платино- и палладиенности золоторудных месторождений, установленной для ряда месторождений Дальнего Востока, Чукотки, Северо-Восточной Азии, Урала, Тянь-Шаня, Центральной России (железистые кварциты гигантских по запасам месторождений КМА и ВМА), а в последние 15 лет – и Северного Кавказа, где было выявлено Au-Pt-Pd-оруденение, ассоциирующее с черными сланцами девона. В 2018 г. нами был выявлен новый источник благороднометалльной (Au-Pt-Pd) минерализации, ассоциирующий с ранне-среднеюрскими черными сланцами на территории Горной Осетии. В статье приведена информация о эволюции металлогении этой части Северного Кавказа в киммерийскую эпоху. Приведены главные результаты поисковых работ на золото-серебряный и золото-сульфидный типы оруденения в Горной Осетии, проведенных ОАО «Севосгеологоразведка» и АО «Северо-Кавказское ПГО» в пределах Какадур-Ламардонской рудной зоны, входящей в состав Авсандур-Ламардонского рудного поля. Установлено, что тоар-ааленская углеродисто-терригенная флишoidalная (черносланцевая) толща, вмещающая жильные полиметаллические месторождения Какадур-Ханикомское и Кадат-Хампаладагское, а также перспективные рудные тела с жильным и штокерковым золотосодержащим свинцово-цинковым и золото-сульфидно-кварцевым типами оруденения, обладает повышенной (для S, Fe₂O₃, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Zr, Pb, Sb, Rb, Ag, Au, Pd, Pt, Ru) металлоносностью. Комплексный анализ полученных данных позволяет считать, что главным механизмом формирования благороднометалльного оруденения была конвекция. «Триггером» для ее запуска могли служить зоны активных разломов, разнонаправленные перемещения по которым привели, за счет трения, к разогреву черносланцевых толщ. В результате происходила конвекция разогретых в тектонически активных зонах вадозных вод, находящихся в черносланцевых толщах, и их перемещение во фронтальную часть возникшей гидротермально-метасоматической колонны. Такая тектоническая активность проявилась в рассматриваемом районе и была связана с предкелловейской фазой складчатости.

Ключевые слова: полиметаллическое и золото-сульфидно-кварцевое с ЭПГ оруденение; металлогеническая зона; золото-платиновый черносланцевый тип оруденения, Северный Кавказ.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из фундаментальных проблем в области геологии золоторудных месторождений представляется выявление характера и причин платино- и палладиенности золоторудных месторождений, установленной, в том числе, и для ряда месторождений Дальнего Востока и Северо-Восточной Азии [10, 17]. Известно, что крупномасштабные концентрации Au объединяются по их типоморфным (геолого-генетическим) чертам в три группы объектов, сопряженных: 1) с «черными сланцами» (Сухой Лог, Наталка, Мурунтау и др. – уникальные по запасам Au); 2) с раннеколлизийным гранитоидным магматизмом (эталонные объекты – Мазерлонд, Кочкарское, Березовское, ряд объектов Аляски и др.); 3) с зеленосланцевыми поясами архей-

ских щитов (наиболее известные объекты – Колар, Хомустейк, Хемло и др.).

На Северном Кавказе до 80-х годов XX века из благородных металлов были известны золото (мелкие аллювиальные россыпные объекты в долинах рек Белая, Большая Лаба, Уруп, Зеленчук, Кубань, Малка, обрабатывавшиеся до середины 50-х годов прошлого века артелями, и попутное золото, получаемое из пиритового и других концентратов Урупского медно-колчеданного с полиметаллами месторождения и из медно-висмутового концентрата Тырнаузского вольфрамово-молибденового комбината) и серебро – попутно извлекалось из свинцового концентрата Садонского свинцово-цинкового комбината.

Результаты комплексных исследований девон-

¹ Гурбанов Анатолий Георгиевич – к. г.-м. н., в. н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва, в. н. с. КНИО ВНЦ РАН, г. Владикавказ.

² Туаев Олег Петрович – главный геолог АО «Северо-Кавказское ПГО», г. Ессентуки.

³ Газеев Виктор Михайлович – к. г.-м. н., с. н. с. КНИО ВНЦ РАН, г. Владикавказ, н. с. ИГЕМ РАН, г. Москва.

⁴ Лексин Алексей Борисович – специалист лаборатории «Геоинформатика» ИГЕМ РАН, г. Москва.

⁵ Гурбанова Ольга Александровна – к. х. н., ассистент кафедры минералогии и кристаллохимии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва.

⁶ Лолаев Алан Батразович – д.т.н., профессор, г.н.с. КНИО ВНЦ РАН, зав. кафедрой СОГУ им. К.Л.Хетагурова, г. Владикавказ.

ских черных сланцев Северного Кавказа [1, 11] показали, что существует единый ультрабазитовый источник двух групп благородных металлов – как для Au, так и для Pt, Pd. В черных сланцах р. Большой Лабы были обнаружены минералы самородной платины и установлена платиноносность сланцев девона [2, 3, 4, 5, 8]. Все дальнейшие исследования были направлены только на изучение платиноносности девонских черносланцевых толщ. В результате исследования черных сланцев [4, 5, 6, 7, 8] в балке Грушовой (бассейн р. Большой Лабы) показано наличие благородных металлов (Au, Pt, Pd) в концентрациях и объемах, близких к промышленным. Доказана потенциальная рудоносность на благородные металлы (Au, Pt, Pd) углеродсодержащих девонских черных сланцев (в рудной зоне Грушовой – суммарное содержание Au, Pt, Pd до 1 г/т). Но в 2018 г. при проведении минералого-геохимических исследований количественным методом ICPMS промышленных отходов Фиагдонской обогатительной фабрики, перерабатывавшей руды Какадур-Ханикомского и Кадат-Хампаладагского полиметаллических месторождений, расположенных в полосе развития углеродсодержащих черных аргиллитов нижне-среднеюрского возраста, впервые были выявлены повышенные концентрации благородных металлов (Au, Pt, Pd). На основании полученных новых данных сделано предположение о выявлении нового для Северного Кавказа ранне-среднеюрского черносланцевого благороднометалльного с полиметаллами типа оруденения [13]. В связи с этим ниже рассмотрены металлогенические особенности этой части Северного Кавказа на раннеальпийском этапе развития.

ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ СЕВЕРНОГО КAVKAZA НА РАННЕАЛЬПИЙСКОМ ЭТАПЕ

На ранне-среднеюрском этапе развития Северного Кавказа (СК) сперва образовывались колчеданно-полиметаллические месторождения, ассоциирующие с вулканами основного состава (Филизчай, Кизил-Дере), единичные рудные тела которых сингенетичны вмещающим их аргиллитовым толщам [22]. При завершении киммерийской эпохи в позднеааленское время формировались докелловейские свинцово-цинковые жилы месторождений Садон, Джимидон, Какадур-Хаником и Кадат-Хампаладаг, Лаура, Гули, Тюалойское и др., которые нигде на СК не проникают в байосские и верхнеюрские отложения [22]. В этот период СК, и особенно Приводораздельная металлогеническая зона (или тектоническая подзона Промежуточных синклиналей), в которой локализованы интересующие нас Какадур-Ханикомское и Кадат-Хампаладагское месторождения, испытывал интенсивное прогибание с накоплением мощных (до 8 км) аспидных толщ. Наибольшую интенсивность и пространственную распространенность свинцово-цинковое оруденение получило на СК в конце среднеюрского

времени в период предкелловейской складчатости, когда сформировались жильные месторождения садонского типа (Садон, Згид, Холст, Архонское Джимидон, Фаснал, Какадур-Ханикомское, Кадат-Хампаладагское и др.), образующие региональную металлогеническую структуру – Северо-Кавказский полиметаллогенический пояс [22] (Самуро-Белореченскую металлогеническую зону в современном понимании) со средними и мелкими, по запасам, месторождениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате поисковых работ на золото-серебряный и золото-сульфидный типы оруденения в Горной Осетии, проведенных ОАО «Севосгеолого-разведка» [15] и АО «Северо-Кавказское ПГО» [20] в пределах Какадур-Ламардонской рудной зоны, входящей в состав Авсандур-Ламардонского рудного поля, расположенного на 400–600 м гипсометрически выше штольневых горизонтов Какадур-Ханикомского и Кадат-Хампаладагского месторождений, пробирным анализом борзодовых проб, отобранных на дневной поверхности и из канав, вскрывших рудные зоны в пределах Авсандур-Ламардонского рудного поля, включающего вышеуказанные месторождения, установлены содержания золота, варьирующие в пределах от 0,01 г/т до 3,0 г/т, и серебра – от 0,3 до 20 г/т. Рудовмещающими являются отложения плинсбах-тоар-ааленской глинисто-флишовой углеродсодержащей формации. Сложена она комплексом преимущественно глинистых осадков, а псаммитовые разности пород имеют резко подчиненное значение и присутствуют в виде мало-мощных и тончайших прослоев мелкозернистых песчаников. Верхние части разреза формации сложены аргиллитами и алевролитами с редкими мало-мощными линзами глинистых известняков. Для этих терригенных отложений характерно присутствие тонкораспыленного углеродистого вещества (до 3 %) и развитие сингенетических сульфидов железа, образующих рассеянную вкрапленность, желваковые скопления и конкреции, позволяющие предполагать формирование осадочных толщ в условиях глубоководных консидементационных впадин с восстановительным режимом осадконакопления [22]. По данным Г.П. Ольховского и С.М. Тибилова, для рудовмещающих отложений характерно присутствие в их составе примеси вулканогенного материала, а также повышенная фоновая металлоносность. В кластических породах часто встречаются обломки хлоритизированных эффузивных пород, составляющие с кварцем и полевым шпатом от 5–10 до 25 % объема породы. Низкая степень окатанности обломков свидетельствует о близком местонахождении источника вулканогенного материала.

Высокая металлоносность рудовмещающих терригенных пород выявлена Г.П. Ольховским по данным приближенно-количественного спектраль-

Таблица № 1

Результаты определения содержания макро- (в масс. %, методом РФА) и микроэлементов (в г/т, методом ICPMS) в пробах почвообразующих аргиллитов

	CaO (%)	TiO2 (%)	MnO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	P ₂ O ₅ (%)	S (%)	Cr (ppm)	V (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Zr (ppm)	Ba (ppm)	Pb (ppm)	As (ppm)
1/19	0.54	0.89	0.058	5.9	0.22	0.032	83.9	143	13.5	40.3	34.1	108	121	119	191	362	59.8	23
10/19	0.45	0.90	0.071	7.3	0.22	0.046	89.1	150	16.7	48.2	37.6	132	132	76.7	179	445	44.6	33
Среднее	0.495	0.895	0.065	6.6	0.22	0.039	86.5	146.5	15.1	44.25	35.85	120	126.5	97.85	185	403.5	52.2	28

Примечание: 1/19 – аргиллиты, коренной выходы в истоках р. Хаником-дон; 10/19 – аргиллиты из коренного выхода ниже сторожевой башни на гипсометрическом уровне ФХ.

ного анализа и представлена повышенными (по сравнению с фоновыми) содержаниями Cu, Zn, Pb, Ni, Co и др., а также присутствием в породах сингенетических и диагенетических вкрапленных, желваковых и конкреционных послойных выделений сульфидов железа, свинца и цинка. По нашим данным (количественный анализ методом ICPMS) двух сводных проб (отобраны с площади 10м² каждая) рудовмещающих пород из отвалов штолен месторождений Кадат и Какадур, установлены содержания (в г/т) следующих элементов: Be = 1.82; 1.59; P = 788; 522; V = 141; 142; Cr = 93; 94; Mn = 300; 167; Fe = 47 945; 47 651; Co = 3.13; 2.73; Ni = 14.6; 13.1; Cu = 56.4; 157; Zn = 95; 119; Ga = 25; 24; Ge = 1.55; 1.76; As = 278; 502; Nb = 5.49; 5.45; Mo = 0.63; 0.79; **Ru = 0; 0.002; Pd = 0.007; 0.003; Ag = 0.77; 1.87;** Cd = 0.14; 0.15; Sn = 6.76; 7.03; Sb = 4.17; 9.76; Te = 0.069; 0.094; Hf = 0.339; 0.385; Ta = 0.151; 0.168; W = 1.87; 1.93; **Pt = 0; 0.002; Au = 0.01; 0.05;** Pb = 708; 2 546; Bi = 0.358; 0.452.

Важные, на наш взгляд, геохимические данные получены по почвам фоновых проб (ФП). Они заключаются в том, что, несмотря на то, что ФП-1 и 2 отбирались на значительном удалении от ФХ (за пределами установленной зоны его негативного воздействия на экосистему прилегающей территории), а ФП-3 и 4 отбирались на 15 км еще восточнее – уже в долине р. Геналдон, в них, по сравнению с ФП для почв из района Унальского хвостохранилища [14, 16], выявлены более высокие содержания базовых металлов: Fe₂O₃ масс. % = 8.3 (среднее по ФП 1+2) – 7.9 (среднее по ФП 3+4) – здесь и далее; S = 0.11 – 0.12 масс. %; Cu = 62 – 60 г/т; Zn = 150 – 144; Ba = 398 – 383; Pb = 59 – 52; As = 82 – 76. Для объяснения этого феномена целенаправленно были отобраны и проанализированы две пробы из почвообразующих ниже-среднеюрских аргиллитов, залегающих непосредственно под слоем почвы, в устьевой части долины р. Хаником-дон и в ее истоках (табл. № 1).

Результаты анализа показали резко повышенное содержание в аргиллитах базовых металлов (Fe, Cu, Zn, Ba, Pb, As) для полиметал-

лических месторождений, руды которых перерабатывались на ФОФ. Эти данные позволили: а) подтвердить и уточнить повышенную фоновую металлоносность рудовмещающих аргиллитов; б) предполагать, что в процессе длительного формирования в горных условиях почв ПП последние вполне могли обогатиться приведенными выше базовыми металлами при их миграции из подстилающих пород; в) при наличии высоких концентраций базовых металлов в осадочных породах они могут быть мобилизованы при помощи механизма «конвективной ячейки» при наличии благоприятных условий, согласно латераль-секреционной гипотезе, из черносланцевой толщи аргиллитов, с формированием практически значимых рудных тел жильного типа на полиметаллических Какадур-Ханикомском и Кадат-Хампаладагском месторождениях.

Следует отметить, что в основании рудовмещающих отложений предполагается нахождение вулканогенных образований Чегем-Фиагдонского вулcano-плутонического пояса [22, 13].

При расшифровке механизма формирования жильного полиметаллического и золото-сульфидно-кварцевого оруденения, локализованного в тоар-ааленских углеродисто-терригенных флишоидных толщах Фиагдон-Терской МПЗ, но при отсутствии выходов на поверхность проявлений магматизма, предполагалось [22], что в пределах тектонической подзоны Промежуточных синклиналей (депрессий) их «можно рассматривать как пластины осадочных водосодержащих толщ, опущенных наподобие пластин электрода в глубокие зоны земной коры, в зоны палингенеза, что могло активизировать метаморфические процессы, а также мобилизацию и отделение рудоносных растворов». По нашему мнению, эти депрессии (синклинальные впадины) можно рассматривать и с другой стороны. Так, при наличии высокого регионального геотермического градиента [23] и активных тектонических движений в предкелловейскую фазу складчатости происходит сильный разогрев (за счет трения) пород, что вызывает конвекцию разогретых на глубине вадоз-

ных вод из вмещающих пород и их последующее перемещение вверх по разрезу. При этом за счет длительной циркуляции разогретых вод из вмещающих пород будет происходить выщелачивание широкого круга элементов, включая и благородно-металлические, а затем – их отложение во фронтальной части гидротермальной колонны. Если же во вмещающих водосодержащих породах имеется даже бедная сингенетичная или гидротермальная жильная минерализация или черносланцевый золото-платиновый типы минерализации, то во фронтальной части гидротермальной колонны может сформироваться эпitherмальное оруденение, представляющее практический интерес. При этом следует учитывать, что соленость морской воды в мелководных морских бассейнах и в небольших изолированных бассейнах, возникающих в межгорных котловинах при горообразовании, могла увеличиваться в процессе испарения. Впоследствии такая вода может быть вовлечена в процесс конвекции. Примером происхождения таких флюидов являются ирландские свинцово-цинковые месторождения в осадочных толщах.

В результате проведенных поисковых работ на золоторудное оруденение установлено, что наиболее перспективным из выделенных золоторудных полей является Авсандур-Ламардонское [15], в пределах которого были проведены детализационные работы с проходкой поверхностных горных выработок и их бороздовым опробованием. С учетом результатов пробирного анализа этих проб на золото, геофизических и геохимических площадных съемок была выделена наиболее перспективная Какадур-Ламардонская рудная зона. Содержания золота в ней варьируют от 0,1 г/т до 3,0 г/т и до 5,0 г/т в единичных пробах. Кроме этого, в пределах того же рудного поля было выделено еще шесть рудоносных зон протяженностью от 500 до 1 600 метров [15, 20]. В геологическом отношении Какадур-Ламардонская потенциальная золоторудная зона приурочена к Фиагдон-Терской СФЗ Чегем-Терской СФЗ Дигоро-Осетинской структурно-формационной мегазоны киммерид.

Дигоро-Осетинской металлогенической мегазоне отвечает одноименная структурно-формационная мегазона, представляющая собой область киммерид, сформированную в обстановках ранне-среднеюрского окраинно-континентального рифтогенеза и предкелловейской коллизии. Входящая в ее состав Приводораздельная металлогеническая зона (МЗ) выделяется в границах Адайхох-Шаухох-Дарьяльской структурно-формационной зоны, представленной раннеюрскими комплексами вулканогенных и терригенных флишоидных пород глубоководной (осевой) части рифтогенного бассейна [15].

Центральная часть – Самуро-Белореченская металлогеническая зона – располагается в границах Фиагдон-Терской структурно-формационной подзоны Чегем-Терской СФЗ, для которой харак-

терны ранне-среднеюрские комплексы углеродисто-терригенных флишоидных пород и вулканоплутонической ассоциации Чегем-Фиагдонской вулканоплутонической подзоны Садонского и ряда других структурно-формационных блоков. Последние сформированы в условиях тектонической и магматической активизации эпибайкальско-герцинского фундамента на северном склоне глубоководной (осевой) части киммерийского рифтогенного бассейна.

Главные перспективы РСО-А на обнаружение промышленно-значимого золото-сульфидно-кварцевого типа руд тесно ассоциируют с Фиагдон-Терской структурно-формационной подзоной, в которой выделен Дагом-Терский рудный район с тремя рудными полями: Дагом-Терским, Афсандур-Ламардонским и Дагом-Кадатским [15, 20]. В пределах многочисленных рудопроявлений и месторождений (Какадур-Ханикомского, Кадат-Хампаладагского и др.) известны жильные и штокерковые золотосодержащие свинцово-цинковый и золото-сульфидно-кварцевый типы руд [15, 20].

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТОРУДНЫХ ЗОН, ВЫЯВЛЕННЫХ В ПРЕДЕЛАХ АФСАНДУР-ЛАМАРДОНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ [18]

В пределах Какадурского и Ламардонского участков поисковых работ, по данным геологического картирования масштаба 1 : 5 000, были существенно уточнены границы ранее выявленных рудных зон и их ответвлений (апофиз) с актуализацией информации о ее морфометрических параметрах. Установлено существенное несоответствие (уменьшение) мощностей рудных зон в сравнении с данными предшествующих работ, что вызвало необходимость внесения значительных корректировок при их картировании. По уточненным границам, в пределах рудных зон и их фрагментов (рудная зона Какадур-Северный, Какадур-Южный, апофиза Центральная, Северная, Цатадонские жилы) горнобуровыми работами в комплексе с опробованием и лабораторно-аналитическими исследованиями дана оценка золотоносности выявленных объектов золоторудной минерализации с поверхности и на глубину.

По рудной зоне Какадур-Северный по данным рудных сечений с поверхности выделено, оконтурено и прослежено по латерали на 1 600 м и по падению до 300 м три рудных тела с истинной мощностью от 0,9 до 10,8 м и со средневзвешенным на пересечениях содержанием золота от 0,52 до 3,76 г/т, серебра – от 1,0 до 59,28 г/т, меди – 0,15–1,10 масс.%, цинка – 0,11–5,27 масс.%, свинца – 0,10–3,78 %.

По данным бурения поисковых скважин № 2 и 3 на двух профилях с шагом в среднем 400 м выявленное с поверхности золотое оруденение прослежено на глубину до 300 м. При этом установлено общее незначительное снижение с глубиной

параметров оруденения как по мощности, так и по содержаниям рудных элементов.

По рудной зоне Какадур-Южный по данным рудных сечений с поверхности выделено, оконтурено и прослежено по латерали на 1 650 м одно рудное тело с истинной мощностью 13,6 м и со средне-взвешенным на пересечении содержанием золота 1,35 г/т, серебра – от 1,0 до 59,28 г/т, меди – 0,15–1,10 масс. %, цинка – 0,11–5,27 масс. %, свинца – 0,10–3,78 масс. %.

По апофизе Северной горно-буровыми работами выделено, оконтурено и прослежено по латерали на 600 м и по падению до 300 м одно рудное тело с истинной мощностью от 5,0 до 13,4 м и со средне-взвешенным на пересечении содержанием золота 1,97–2,32 г/т, серебра – 1,0–5,40 г/т. Содержание меди, цинка, свинца исчисляются в первых долях процента как на поверхности, так и на глубине.

По апофизе Центральной горно-буровыми работами выделено, оконтурено и прослежено по латерали на 1 200 м и по падению до 300 м одно рудное тело с истинной мощностью от 2,0 до 10,8 м со средне-взвешенным на пересечении содержанием золота от 2,63 до 2,70 г/т, серебра – от 2,0 до 6,2 г/т. Содержание меди, цинка, свинца исчисляются в первых долях процента по всему вскрытому разрезу.

По Цатадонским жилам горными работами выделено, оконтурено и прослежено по латерали на 520 м и по падению до 200 м одно рудное тело с истинной мощностью от 7,9 до 8,9 м и со средне-взвешенным на пересечении содержанием золота 2,58 г/т, серебра 3,6 г/т. Содержание элементов халькофильной группы характеризуется низкими концентрациями по всему вскрытому разрезу.

По всем перспективным рудным зонам дана оценка сплошности распространения золотого оруденения как с поверхности, так и на глубину.

Породам, вмещающим линейное штокверковое оруденение, свойственна темная окраска за счет присутствия тонкораспыленного углеродистого вещества, содержание которого по данным визуального осмотра достигает 3–5 % от ее объема. Участки развития сингенетических сульфидов железа, образующих рассеянную вкрапленность или отдельные желваковые скопления, указывают на наличие в бассейне осадконакопления, по-видимому, мест консидементационных впадин с застойным восстановительным режимом осадконакопления. Особенностью рудовмещающей толщи, осложненной рядом пликативных и дизъюнктивных нарушений высоких порядков, является наличие в ней, по данным документации, отдельных лентовидных горизонтов сферосидеритовых, часто пиритизированных конкреций.

Зона золоторудной линейной штокверковой минерализации связана с объемным окварцеванием, кварцевыми жилами, брекчиями с кварцевым цементом в углеродистых аргиллитах, алевролитах с

развитием аргиллизации, хлоритизации, пиритизации, лимонитизации и полиметаллической минерализации.

Характерной структурной особенностью вскрытых разрезов обоих участков (Какадур, Ламардон) является непрерывная смена дробления с сериями сближенных плоскостей скольжения, зонами рассланцевания, глинистыми тектоническими швами и даже одиночными плоскостями скольжения. Это вызывает даже на коротких интервалах рудных тел трансформацию массивных оруденелых линз и жил, а также жил с алевролитовой брекчией в зоны прожилкового и штокверкового оруденения. Изредка линзы и жилы сменяются отдельными прожилками и линзовидными гнездами, развивающимися на перегибах одиночных плоскостей скольжения. Все это является одной из причин прерывистости оруденения.

В качестве основных прогнозно-поисковых критериев и признаков выделены геотектонический, формационный, литолого-стратиграфический, структурно-тектонический, метаморфический, гидротермально-метасоматический, минералого-геохимический, геохимический и геофизический.

Геотектонический. Палеовпадины в борту глубоководной части киммерийского рифта, осложненного консидементационной тектоно-магматической активизацией.

Формационный. Рифтогенный комплекс ранне-среднеюрских терригенных флишоидных отложений, характеризующийся значительной мощностью (более 2 000 м), а также существенной примесью вулканогенного материала и повышенной фоновой металлоносностью пород.

Литолого-стратиграфический. Стратоуровень тоар-ааленских терригенных флишоидных отложений, в пределах которого сосредоточено основное число золотосодержащих и золоторудных проявлений района, непосредственно подстилающийся комплексом плинсбах-тоарских терригенных пород, отличающихся наиболее высокой металлоносностью пород и, возможно, золотоносностью.

Структурно-тектонический. Территории интенсивных тектонических (складчатых и разрывных) преобразований комплексов пород; рудо-контролирующие зоны интенсивного дробления, трещиноватости и рассланцевания рудовмещающих отложений.

Метаморфический. Область наиболее интенсивных динамометаморфических или дислокационных метаморфических преобразований пород, парагенетически связанных со степенью их тектонической дислоцированности.

Гидротермально-метасоматический. Зонально построенные околорудные метасоматиты в пределах золотоносных минерализованных зон, от внешних метасоматических зон (окварцевание, серицитизация, хлоритизация, сульфидизация) к внутренним (окварцевание, сульфидизация).

Минералого-геохимический. Проявления золото-содержащей полиметаллической и золото-суль-

Таблица № 2

Содержание (в г/т) благородных металлов в разрезах хвостохранилища [13]

Номера проб, глубина в м	Ru	Rh	Pd	Ir	Pt	Au
Скв. 2, глубина 9 м	0.001	0.002	0.046	0.009	1.29	0.05
Скв. 1, глубина 19 м	0.001	0.002	0.049	0.009	0.66	0.08
Скв. 1, глубина 20 м	0.001	0.002	0.045	0.009	0.94	0.17
Скв. 3, глубина 28 м	0.001	0.002	0.042	0.008	0.07	0.25
Скв. 3, глубина 30 м	0.001	0.001	0.044	0.008	0.07	0.11

фидно-кварцевой минерализации. Типоморфные рудные минеральные ассоциации пирита, галенита, сфалерита, арсенопирита, халькопирита и др.); нерудные – кварц, кальцит, доломит. Основной полезный компонент руд – золото. Попутными компонентами в рудах являются Ag, Pb, Cu, Zn, из вредных компонентов – мышьяк.

Геохимический. Литохимические аномалии золота, совпадающие с аномальными полями элементов-спутников – Ag, As, Cu, Pb, Zn.

Геофизический. Линейные аномалии вызванной поляризации, отвечающие зонам линейно-штокверкового золото-сульфидно-кварцевого оруденения.

Рассматриваемые в качестве элементов геолого-поисковой модели объекты золото-сульфидно-кварцевого оруденения выявляются традиционными, хорошо зарекомендовавшими себя геологическими, геохимическими и геофизическими методами при поисках золоторудных месторождений в углеродистых терригенных комплексах.

«Рудные тела» приурочены к участкам с наибольшей степенью проявленности гидротермально-метасоматической и тектонической проработки по аргиллитам и алевролитам, выраженной в объемном окварцевании, местами кварцевыми жилами мощностью 20–40 см, существенной лимонитизацией, развитием рассеянной, мелкогнездовой и прожилковой вкрапленности, преимущественно пирита, реже галенита, сфалерита и халькопирита, тяготеющих к участкам наибольшего окварцевания и ожелезнения. Тектоническая проработка выражена в наличии зон дробления, до глинки трения, зеркал скольжения.

Выявлен новый геолого-промышленный тип золотого оруденения с содержанием золота 2,0 г/т и более при традиционно высоких концентрациях элементов спутников, определяющих для Афсандур-Ламардонского рудного поля его рудную специализацию.

По данным петрографических, минераграфических и минералогических исследований, направленных на изучение вещественного состава образцов золото-кварц-сульфидных руд и около-

рудных метасоматитов, отобранных из оруденелых интервалов, изученные образцы относятся к золото-мышьяковисто-полиметаллическому типу руд с тонкодисперсным (упорным) золотом. Наиболее вероятными минералами – носителями золота являются арсенопирит и мышьяковистый пирит, серебра – галенит. Степень окисления сульфидов в приповерхностных частях рудных тел не превышает 10 %, на основании чего сделан вывод о нецелесообразности выделения самостоятельного (окисленного) технологического типа руд и отнесении руд, как с поверхности, так и на глубине, к единому природному типу – первичным (не окисленным) рудам.

По результатам технологической оценки руды отнесены к категории труднообогатимых полиметаллических частично окисленных золото-кварц-сульфидных руд. Рекомендована комбинированная технологическая схема, включающая селективно-коллективную флотацию руды и сорбционное цианирование хвостов флотации. Суммарное извлечение золота в цинковый концентрат и ионообменную смолу составило 65,09 %, серебра – 41,59 %.

Результаты геолого-экономической оценки прогнозных ресурсов золота категорий P_1 и P_2 показали возможность рентабельной отработки 43 % рудной массы, оконтуренной по борту 0,5 г/т, открытым способом и 57 % – подземным штольневым способом.

Принятая в соответствии с группой и типом месторождений плотность поисковой сети и фактическая степень изученности сырья позволяет оценить выявленные ресурсы по категории P_1 и P_2 . Согласно протоколу апробации прогнозных ресурсов ФГБУ «ЦНИГРИ» № 23 от 25.12.2019 г., прогнозные ресурсы золота кат. P_1 составили 23,1 т, при содержании золота 1,84 г/т, и P_2 – 25,9 т, при содержании золота 1,74 г/т [20].

Здесь важно отметить, что при проведении поисковых работ на золото-сульфидно-кварцевый тип руд и последующих аналитических исследований в пробах не определялись содержания платины и элементов платиновой группы (ЭПГ), так как это не предусматривалось геологическим заданием и, соответственно, проектом.

Однако нами при проведении минералогическо-геохимических исследований захороненных промышленных отходов Фиагдонской обогатительной фабрики (ФОФ), перерабатывавшей руды Какадур-Ханикомского и Кадат-Хампаладагского полиметаллических месторождений, были получены принципиально новые данные о повышенных содержаниях в них благородных металлов, в каждой из 5 проанализированных проб (таблица № 2), отобранных из низов вертикальных разрезов Фиагдонского хвостохранилища из керна скважин [13].

Данные о содержании благородных металлов в вертикальных разрезах хвостохранилища были получены количественным методом ICP MS в 5 пробах, отобранных из керна 3 скважин, пробуренных на всю его мощность. Скважины расположены следующим образом: восточный край хвостохранилища – скважина № 2 глубиной 10 м; центр – скважина № 1 глубиной 22 м; на западном крае – скважина № 3 глубиной 31,5 м. В скважине № 2 на глубине **9 м установлены** содержания (в г/т) Ru – 0,001; Rh – 0,002; Pd – 0,046; Ir – 0,009; **Pt – 1,29**; Au – 0,05. В скважине № 1 на глубинах **19 и 20 м выявлены** содержания (в г/т) Ru, Rh и Ir стабильные – 0,001; 0,002 и 0,009; Pd – снижается с 0,049 до 0,045; **Pt и Au** увеличивается с **0,66 до 0,94** и с 0,08 до **0,17**, соответственно. В скважине № 3 на глубинах 28 м и 30 м содержания (в г/т) Ru, Ir и Pt стабильные – 0,001; 0,008 и 0,07 соответственно; Rh и Au снижается с 0,002 до 0,001 и с 0,25 до 0,11 соответственно; Pd – увеличивается с 0,042 до 0,044. Кроме того, по нашим данным в двух сводных пробах (отобранные с площади 10 м² каждая) из рудовмещающих аргиллитов в отвалах штолен месторождений Кадат и Какадур установлены содержания (в г/т) следующих благородных металлов: Pt = 0; 0,002; Pd = 0,007; 0,003; Ru = 0,002; Au = 0,01; 0,05; Ag = 0,77; 1,87. На основании этих данных высказано мнение о возможном наличии во вмещающих Какадур-Ханикомское и Кадат-Хампаладагское месторождения отложениях плинсбах-тоар-ааленской глинисто-флишоидной углеродистой формации, черносланцевого золото-платинового типа оруденения [13]. Мы считаем, что в пределах Южного федерального округа РФ имеется еще один, кроме девонского [5, 6, 11], нетрадиционный источник благородных металлов черносланцевого типа. Для его подтверждения необходимо провести поисково-оценочные работы в пределах Самуро-Белореченской металлогенической зоны (СБМЗ). В ее восточной части расположены колчеданно-полиметаллические месторождения, ассоциирующие с вулканитами основного состава (Филизчай в Азербайджане, Кизил-Дере в Дагестане и сотни рудопроявлений в Горном Дагестане), образовавшиеся первыми на ранне-среднеюрском этапе развития Большого Кавказа, а на завершении киммерийской эпохи в позднеааленское время формировались докембрийские свинцово-цинковые жилы месторождений в центральной части СБМЗ (Садон, Джимидон, Какадур-Хаником и Кадат-Хам-

паладаг и др.) и в ее западной части (Лаура, Киша и др.). Рудовмещающие породы в пределах СБМЗ представлены ранне-среднеюрскими комплексами углеродисто-терригенных флишоидных пород развитых в пределах Фиагдон-Терской структурно-формационной подзоны, в которой локально встречаются вулканоплутонические ассоциации. Последние могут служить одним из возможных «триггеров» для «включения» механизма конвективной ячейки, часто приводящего к формированию оруденения, имеющего промышленное значение. Еще одним «триггером», при отсутствии проявлений магматизма, могут служить зоны активных разломов, разнознаковые перемещения по которым приводят, за счет трения, к разогреву черносланцевых толщ. В результате происходит конвекция разогретых в тектонически активных зонах вадозных вод, находящихся в черносланцевых толщах, и их перемещение во фронтальную часть возникшей гидротермально-метасоматической колонны. Такая тектоническая активность проявилась в рассматриваемом районе и была связана с предкелловейской фазой складчатости. При этом, за счет длительной циркуляции этих разогретых вод, из пород черносланцевой толщи будет выноситься ряд элементов, включая и благороднометалльные, с их последующим отложением во фронтальной части гидротермальной колонны конвективной ячейки. Одним из неперемняемых параметров для успешной реализации такого механизма является повышенная металлоносность черносланцевых толщ. Для оценки степени металлоносности пород тоар-ааленской углеродисто-терригенной флишоидной (черносланцевой) толщи, вмещающей жильные полиметаллические месторождения – Какадур-Ханикомское и Кадат-Хампаладагское, а также перспективные рудные тела с жильным и штокверковым золотосодержащим свинцово-цинковым и золото-сульфидно-кварцевым типами оруденения в пределах Афсандур-Ламардонского и Дагом-Кадатского рудных полей, был опробован 700-метровый вертикальный черносланцевый (аргиллитовый) разрез. Три пробы были отобраны из видимой нижней части разреза (на гипсометрическом уровне Фиагдонского хвостохранилища и вдоль дороги из долины р. Фиагдон в долину р. Мидаграбин-дон); три пробы – из средней части разреза (2 пробы – из истоков р. Хаником-дон и одна – в районе перевала); три пробы отобраны из верхней части вертикального разреза из отвалов разведочных штолен. Каждая проба отбиралась методом сколков с площади 10 м². Все пробы были проанализированы в ЦКП «ИГЕМ-АНАЛИТИКА» прецизионным количественным методом ICP MS. Ниже приведены результаты исследований отобранных по разрезу проб (оксиды в масс. %, элементы в г/т): MgO = 1.8-1.4-1.6 (здесь и далее: средние величины содержаний в нижней-средней-верхней частях вертикального 700-метрового разреза); P₂O₅ = 0.22-0.22-0.20; **S_{общ} = 0.046-0.032-0.53**; TiO₂ = 0.9-0.89-0.82; MnO = 0.071-0.058-0.044; **Fe₂O₃ = 7.3-5.9-7.5**; V = 1.56-1.43-1.45; **Cr = 89-84-93**; Co = 16.7-13.5-3.2;

Ni = 48-40-14.5; Cu = 37.6-34-84; Zn = 132-108-98. As = 53-23-304; Rb = 132-121-213; Sr = 77-119-36; Zr = 179-191-198; Pb = 45-60-1274; Sb = 1.7-1.2-5.9; Ag = 0.07-0.08-1.06; Au = <ПО-<ПО-0.06; Pd = <ПО-<ПО-0.05; Ru = <ПО-<ПО-0.002; Pt = <ПО-<ПО-0.003. Из приведенных данных видно, что степени металлоносности тоар-ааленской углеродисто-терригенной флишоидной (черносланцевой) толщи на $S_{\text{общ}}$, Fe_2O_3 , Cr, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Zr, Pb, Sb, Ag, а в верхней части разреза – Au, Pd, Ru, Pt, довольно высокая. Кроме того, установлено, что **к верхам 700-метрового вертикального разреза** (до уровня разведочных штолен полиметаллических месторождений) в черносланцевой толще произошло увеличение (в разы) содержаний, по сравнению с низами разреза: $S_{\text{общ}}$ – в 11.5; Cu – в 2.2; As – в 5.7; Rb – в 1.6; Pb – в 28.3; Sb – в 3.5; Ag – в 15.1 раза. Приведенные данные однозначно свидетельствуют о высокой степени металлоносности черносланцевой толщи и косвенно подтверждают возможную реальность существования в данном случае механизма конвекции при формировании черносланцевого полиметаллического и благороднометалльного оруденения в пределах Афсандур-Ламардонского и Дагом-Кадатского рудных полей. Учитывая то, что тоар-ааленская черносланцевая толща, вмещающая жильные полиметаллические месторождения Какадур-Ханикомское и Кадат-Хампаладагское, а также перспективные рудные тела с жильным и штокверковым золотосодержащим свинцово-цинковым и золото-сульфидно-кварцевым типами оруденения, распространена не только в пределах **Фиагдон-Терской металлогенической подзоны, но и во всей Самуро-Белореченской металлогенической зоне (СБМЗ)**, простирающейся в широтном направлении от Дагестана на востоке и до Адыгеи и Краснодарского края на западе, **то и в СБМЗ не исключена возможность выявления нового для Северного Кавказа ранне-среднеюрского благороднометалльного (Au, Pt, Pd) оруденения жильного и штокверкового типов, ассоциирующего, в том числе, и с колчеданно-полиметаллическим, полиметаллическим и золото-сульфидно-кварцевым типами оруденения.**

Работами последних лет показана роль углеродистого вещества как геохимического барьера, концентрирующего совместно золото, платину и палладий, отмечена тесная связь платиноидов в рудах с сульфидами [18; 11; 9] и выявлен новый тип золото-платиноидного оруденения, связанного с углеродистым метасоматозом [19], что свидетельствует о неслучайности повышенной платиноносности золотых руд месторождений, локализованных в черносланцевых толщах. Поэтому при проведении комплексных исследований, направленных на поиски Pt, Pd, Au черносланцевого типа оруденения в пределах СБМЗ, важно выявлять в каждом конкретном случае источник углерода: первично углеродистые толщи или метасоматоз?

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что тоар-ааленская углеродисто-терригенная флишоидная (черносланцевая) толща, вмещающая жильные полиметаллические месторождения Какадур-Ханикомское и Кадат-Хампаладагское, а также перспективные рудные тела с жильным и штокверковым золотосодержащим свинцово-цинковым и золото-сульфидно-кварцевым типами оруденения, обладает сильно повышенной металлоносностью для $S_{\text{общ}}$, Fe_2O_3 , Cr, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Zr, Pb, Sb, Ag, а в верхней части 700-метрового вертикального разреза – Au, Pd, Ru, Pt.

2. В связи с обнаружением резко повышенных содержаний благородных (Pt, Pd, Au, Ag) металлов (БМ) в отходах Фиагдонской обогатительной фабрики, перерабатывавшей руды вышеуказанных полиметаллических месторождений, и повышенным содержанием БМ в тоар-ааленских черносланцевых отложениях, развитых в пределах локальной Фиагдон-Терской металлогенической подзоны, высказано предположение о возможной распространенности БМ оруденения в этих отложениях, развитых в пределах региональной Самуро-Белореченской металлогенической зоны (СБМЗ). Показана возможность выявления нового для Северного Кавказа ранне-среднеюрского благороднометалльного (Au, Pt, Pd) черносланцевого оруденения жильного и штокверкового типов, ассоциирующего, в том числе, и с колчеданно-полиметаллическим, полиметаллическим и золото-сульфидно-кварцевым типами оруденения [21, 22].

3. При проведении поисковых работ на Au-Pt-Pd черносланцевый тип оруденения для обнаружения повышенных содержаний БМ в разных типах руд и вмещающих их терригенных ранне-среднеюрских породах, обнажающихся в пределах СБМЗ, рекомендуется их целенаправленное опробование и анализ проб с получением надежных результатов методами ICP MS (с разложением проб в закрытой системе – автоклаве) и пробирного анализа.

4. По данным петрографических, минералогических и минералогических исследований, направленных на изучение вещественного состава образцов золото-кварц-сульфидных руд и околорудных метасоматитов, отобранных из оруденелых интервалов, изученные образцы относятся к золото-мышьяковисто-полиметаллическому типу руд с тонкодисперсным (упорным) золотом. Наиболее вероятными минералами – носителями золота являются арсенопирит и мышьяковистый пирит, серебра – галенит. Степень окисления сульфидов в поверхностных частях рудных тел не превышает 10 %, на основании чего сделан вывод о нецелесообразности выделения самостоятельного (окисленного) технологического типа руд и отнесении руд, как с поверхности, так и на глубине, к единому природному типу – первичным (не окисленным) рудам.

5. По результатам технологической оценки руды

отнесены к категории труднообогатимых полиметаллических частично окисленных золото-кварц-сульфидных руд. Рекомендована комбинированная технологическая схема, включающая селективно-коллективную флотацию руды и сорбционное цианирование хвостов флотации. Суммарное извлечение золота в цинковый концентрат и ионообменную смолу составило 65,09 %, серебра – 41,59 %.

6. Комплексный анализ полученных данных позволяет считать, что главным механизмом формирования благороднометалльного оруденения была конвекция вадозных вод. «Триггером» для ее запуска могли служить зоны активных разломов, разнонаправленные перемещения по которым привели, за

счет трения, к разогреву черносланцевых толщ с вадозными водами. В результате происходит конвекция разогретых в тектонически активных зонах вадозных вод, находящихся в черносланцевых толщах, и их перемещение во фронтальную часть возникшей гидротермально-метасоматической колонны. Такая тектоническая активность проявилась в рассматриваемом районе и была связана с предкелловейской фазой складчатости.

Работа подготовлена при поддержке гос. темы регистрационный номер АААА-А19-119040190054-8 в КНИО ВНЦ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Богуш И.А., Сендецкий И.И.** Особенности металлогении золота в позднем палеозое и среднем мезозое Южного региона России. // Проблемы геологии и геоэкологии Южно-российского региона. – Новочеркасск, 2001. С. 98–102.
2. **Богуш И.А.** Благородные металлы углеродсодержащей формации Передового хребта Северного Кавказа. В кн.: *Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле»*. Тезисы докладов. 2001. Т. 2. – М., МГГА. С. 190–191.
3. **Богуш И.А., Рябов Г.В., Кафтанатий А.Б.** Минералы платиновой группы в аллювии бассейна рек Уруп – Большая Лаба (Северный Кавказ) // Доклады Академии наук. 2010. Т. 435. № 3. С. 357–360.
4. **Богуш И.А., Бурцев А.А., Черкашин В.И.** Благородные металлы в черных сланцах Уруп-Лабинского района Северного Кавказа / В кн.: *Материалы V научно-технической конференции «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа»* (пос. Верхний Фиагдон, с. Барзыкау, Республика Северная Осетия-Алания, 22–25 октября 2015 г.). – Владикавказ, 2015. С. 34–39.
5. **Богуш И.А., Черкашин В.И., Рябов Г.В., Абдуллаев М.Ш.** Новый тип оруденения благородных металлов на Северном Кавказе // Доклады Академии наук. 2016. Т. 466. № 2. С. 193–195. doi: 10.7868/S0869565216020195.
6. **Богуш И.А., Бурцев А.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И.** Благородные металлы черносланцевого комплекса Уруп-Лабинского района Северного Кавказа. *Грозненский естественно-научный бюллетень*. 2016. 3(3). С. 25–32.
7. **Богуш И.А., Бурцев А.А., Рябов Г.В.** Минералы благородных металлов и их источники на Северном Кавказе // Наука юга России. 2017. Т. 13. № 2. С. 34–40.
8. **Богуш И.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И., Исеева Н.А.** Геохимические особенности рудоносных черных сланцев Северного Кавказа. // Геология и Геофизика Юга России. 2019. № 9 (3). С. 6–17.
9. **Буряк В.А.** Генезис, закономерности размещения и перспективы золото- и платиноносности черносланцевых толщ / В.А. Буряк, Б.К. Михайлов, Н.В. Цымбалюк // Руды и металлы. 2002. № 6. С. 25–36.
10. **Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А и др.** Платиноносность золоторудных месторождений в черносланцевых толщах Северо-Востока России: проблемы и перспективы // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI веке. – М.: Геоинформмарк, 1995. Т. 2, Кн. 2. С. 156–161.
11. **Гончаров В.И., Богуш И.А., Бурцев А.А., Васильев И.М.** Поисковые критерии и перспективы благородных металлов девонских черносланцевых толщ на Северном Кавказе // Вестник Владикавказского научного центра. 2007. Т. 7. № 3. С. 19–24
12. **Гурбанов А.Г., Лексин А.Б., Газеев В.М., Гурбанова О.А., Лолаев А.Б., Оганесян А.Х., Дзедобоев С.О.** Оценка масштабов и степени негативного воздействия Фиагдонского хвостохранилища на экосистему (почвы природных пастбищ и огородов) прилегающих территорий (Республика Северная Осетия-Алания) // Вестник ВНЦ РАН. 2020. Том 20. № 2. С. 54–62.
13. **Гурбанов А.Г., академик Богатилов О.А., Лексин А.Б., Газеев В.М., Гурбанова О.А., Лолаев А.Б., Илаев В.Э.** Первые данные о вариациях содержания макро-, микроэлементов и благородных металлов в вертикальных разрезах в промышленных отходах Фиагдонского хвостохранилища (Республика Северная Осетия-Алания). ДАН. 2019. Т. 487. № 1. С. 67–70.
14. **Гурбанов А. Г., Шаззо Ю.К., Лексин А.Б., Газеев В.М., Докучаев А.Я., Цуканова Л.Е., Якушев Я.И., Семенова И.В.** Промышленные отходы Мизурской горно-обогатительной фабрики Садонского свинцово-цинкового комбината: геохимические особенности, оценка их воздействия на экологическую обстановку прилегающих территорий (почвы и воду р. Ардон). Республика Северная Осетия-Алания // Вестник ВНЦ РАН. 2012. Т. 12. № 4. С. 29–40.
15. **Давыдов К.В., Давыдова Е.И., Таратынко Е.С и др.** Поисковые работы на золото-серебряный и золото-сульфидный типы оруденения Горной Осетии (РСО-Алания). Госконтракт №1/07» ОАО Севосеологоразведка, 2009 г. место хранения: Росгеолфонд, центральное фондохранилище, инв. № 494640.
16. **Лолаев А.Б., Гурбанов А.Г., Дзедобоев С.О., Илаев В.Э.** Динамика загрязнения водного бассейна р. Ардон (Республика Северная Осетия-Алания, РФ) захороненными промышленными отходами Садонского свинцово-цинкового комбината и шахтными водами // Горный информационно-аналитический бюллетень – ГИАБ (научно-технический журнал), 2018, № 6. Спец. вып. 25. С. 117–126.
17. **Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Эйриш Л.В., Мельников А.В.** Платиноносность Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2004. 176 с.
18. **Плюснина Л.П., Ханчук А.И., Гончаров В.И., Сидоров В.А., Горячев Н.А. и др.** Золото, платина и палладий в рудах Наталкинского месторождения (Верхне-Колымский регион) // Доклады РАН, 2003. Т. 391. № 3. С. 383–387.
19. **Ханчук А.И., Плюснина И.П., Молчанов В.П.** Первые данные о золото-платиноидном оруденении в углеродистых породах Ханкайского массива и прогнозы крупного месторождения благородных металлов в Приморском крае. // Докл. РАН, 2004. Т. 397. № 4. С. 524–529.
20. **Туаев О.П.** «Отчет о результате работ по объекту: «Поиски месторождений золото-кварц-сульфидных руд в пределах Какадурской рудной зоны Афсандур-Ламардонского рудного поля» (Республика Северная Осетия-Алания)». Москва, Фонд АО «Росгеология». 2019. 255 с.
21. **Черныцын В.Б., Андрущук В.Л., Рубцов Н.Ф.** Металлогенетические зоны Центрального и Северо-Западного Кавказа. – М.: Недра. 1971. 208 с.

22. Черницын В.Б. Металлогения Большого Кавказа. – М.: Недра. 1977. 191 с.
23. Hess J.C., Lippolt H.J., Gurbanov A.G, Michalowski I. The cooling history of the late Pliocene Eldzhurtinskiy granite (Caucasus, Russia) and the thermochronological potential of grain-size/age relationships // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1993. V. 117. P. 393–406.
24. Hess J.C., Aretz J., Gurbanov A.G. et al. Subduction-related Jurassic andesites in the Great Caucasus // *Geol. Rundsch.* 1995. vol. 84. P. 319–333.

POLYMETALLIC AND GOLD-SULFIDE-QUARTZ WITH
EPG MINERALIZATION, IN THE TOAR -AALLEN CARBON-
TERRIGENOUS FLYSCHOID (BLACK SHALE) STRATA OF THE
FIAGDON-TEREK METALLOGENIC SUBZONE OF THE SAMURO-
BELORECHENSK METALLOGENIC ZONE (NORTH CAUCASUS)

A.G. Gurbanov^{1,2}, O.P. Tuayev⁵, V.M. Gazeev^{1,2},
A.B. Lexin¹, O.A. Gurbanova³, A.B. Lolaev^{2,4}

¹ Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (IGEM RAS)

² Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (VSC RAS)

³ Moscow State University named after M.V. Lomonosov. (MSU), Faculty of Geology, Department of Mineralogy and Crystal Chemistry

⁴ North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov

⁵ AS «Rosgeology», AS «Severo-Kavkazskoe PGO»

Abstract. Recently, in the field of Geology of gold deposits, a fundamental problem is to identify the nature and causes of platinum and palladium - bearing gold deposits established for a number of fields in the Far East, Chukotka, North-East Asia, the Urals, and the Tien Shan. Central Russia (ferruginous quartzites of the giant reserves of the KMA and BMA deposits), and in the last 15 years, the North Caucasus, where Au-Pt-Pd mineralization associated with the Devonian black shale was detected. In 2018, we have identified a new source of noble metal (Au-Pt-Pd) mineralization, associated with the early-medium-Jurassic black slates in the territory of Mountain Ossetia. The article provides information about the evolution of metal genetics in this part of the North Caucasus in the Kimmeria era. The main results of the search for gold-silver and gold-sulfide types of mineralization in Mountain Ossetia, conducted by JSC "Sevosegologorazvedka" and JSC "North-Caucasian PGO" within the Kakadur-Lamardon ore zone, which is part of the Avsandur-Lamardon ore field, are presented.

It was conducted that the Toar-Aalen carbon-terrigenous flyschoid (black-shale) strata, which holds the Kakadur-Hanikom and Kadat-Hampaladag polymetallic core deposits, as well as perspective ore bodies with vein and stockwork gold-containing lead-zinc and gold-sulphide-quartz types of mineralization, has increased (for S, Fe₂O₃, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Zr, Pb, Sb, Rb, Ag, Au, Pd, Pt, Ru) metal content. A comprehensive analysis of the obtained data suggests that convection was the main mechanism for the formation of noble metal mineralization. The "trigger" for its launch could be zones of active faults, dissimilar movements which led, due to friction, to the heating of black shale stratum. As a result, there was a convection of heated in tectonically active zones vadose waters, located in the black shale strata, and their movement to the front part of the emerging hydrothermal-metasomatic column. This tectonic activity was observed in the studied area and was associated with the pre-Kelleway phase of folding

Keywords: polymetallic and gold-sulfide-quartz mineralization with EPG; metallogenic zone; gold-platinous black-shale type of mineralization, North Caucasus

REFERENCES

1. Bogush I.A., Sendeczkij I.I. Osobennosti metallogenii zolota v pozdnem paleozoe i srednem mezozoe Yuzhnogo regiona Rossii. // *Problemy` geologii i geoe`kologii Yuzhno-rossijskogo regiona.* – Novocherkassk, 2001. P. 98–102.
2. Bogush I.A. Blagorodny`e metally` uglerodsoderzhashhej formacii Peredovogo xrebtta Severnogo Kavkaza. V kn.: *V mezhdunarodnaya konferenciya «Novy`e idei v naukah o Zemle».* Tezisy` dokladov. 2001. T. 2. – M., MGGA. S. 190–191.
3. Bogush I.A., Ryabov G.V., Kaftanatij A.B. Mineraly` platinovoj gruppy` v allyuvii bassejna rek Urup – Bol`shaya Laba (Severnij Kavkaz) // *Doklady` Akademii nauk.* 2010. T. 435. № 3. P. 357–360.
4. Bogush I.A., Burcev A.A., Cherkashin V.I. Blagorodny`e metally` v cherny`x slanczax Urupo-Labinskogo rajona Severnogo Kavkaza / V kn.: *Materialy` V nauchno-technicheskoy konferencii «Sovremenny`e problemy` geologii, geofiziki i geoe`kologii Severnogo Kavkaza»* (pos. Verxnij Fiagdon, s. Barzy`kau, Respublika Severnaya Osetiya-Alaniya, 22–25 oktyabrya 2015 g.). – Vladikavkaz, 2015. P. 34–39.
5. Bogush I.A., Cherkashin V.I., Ryabov G.V., Abdullaev M.Sh. Novy`j tip orudneniya blagorodny`x metallov na Severnom Kavkaze // *Doklady` Akademii nauk.* 2016. T. 466. № 2. P. 193–195. doi: 10.7868/S0869565216020195.
6. Bogush I.A., Burcev A.A., Ryabov G.V., Cherkashin V.I. Blagorodny`e metally` chernoslancevogo kompleksa Urupo-Labinskogo rajona Severnogo Kavkaza. *Groznenskij estestvenno-nauchny`j byulleten`.* 2016. 3(3). P. 25–32.
7. Bogush I.A., Burcev A.A., Ryabov G.V. Mineraly` blagorodny`x metallov i ix istochniki na Severnom Kavkaze // *Nauka yuga Rossii.* 2017. T. 13. № 2. P. 34–40.
8. Bogush I.A., Ryabov G.V., Cherkashin V.I., Isaeva N.A. Geoximicheskie osobennosti rudonosny`x cherny`x slancev Severnogo Kavkaza. // *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii.* 2019. № 9 (3). P. 6–17.
9. Buryak V.A. Genezis, zakonmernosti razmeshheniya i perspektivy` zoloto- i platinonosnosti chernoslancevy`x tolshh / V.A. Buryak, B.K. Mixajlov, N.V. Cymbalyuk // *Rudy` i metally`.* 2002. № 6. P. 25–36.

10. Goncharov V.I., Voroshin S.V., Sidorov V.A. i dr. Platinonosnost' zolotorudny'x mestorozhdenij v chernoslancevy'x tolshhax Severo-Vostoka Rossii: problemy' i perspektivy' // *Platina Rossii. Problemy' razvitiya mineral'no-sy'r'evoy bazy' platinovy'x metallov v XXI veke.* – M.: Geoinformmark, 1995. T. 2, Kn. 2. P. 156–161.
11. Goncharov V.I., Bogush I.A., Burcev A.A., Vas'kov I.M. Poiskovy'e kriterii i perspektivy' blagorodny'x metallov devonskix chernoslancevy'x tolshh na Severnom Kavkaze // *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra.* 2007. T. 7. № 3. P. 19–24
12. Gurbanov A.G., Leksin A.B., Gazeev V.M., Gurbanova O.A., Lolaev A.B., Oganesyanyan A.X., Dzeboev S.O. Ocenka masshtabov i stepeni negativnogo vozdeystviya Fiagdonskogo xvostoxranilishha na e'kosistemu (pochvy' prirodny'x pastbishh i ogorodov) prilegayushhix territorij (Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya) // *Vestnik VNCz RAN.* 2020. Tom 20. № 2. P. 54–62.
13. Gurbanov A.G., akademik Bogatikov O.A., Leksin A.B., Gazeev V.M., Gurbanova O.A., Lolaev A.B., Ilaev V.E'. Pervy'e danny'e o variaciyax sodержanij makro-, mikroelementov i blagorodny'x metallov v vertikal'ny'x razrezax v promy'shlenny'x otxodax Fiagdonskogo xvostoxranilishha (Respublika Severnaya Osetiya-Alaniya). *DAN.* 2019. T. 487. № 1. P. 67–70.
14. Gurbanov A. G., Shazzo Yu.K., Leksin A.B., Gazeev V.M., Dokuchaev A.Ya., Czukanova L.E., Yakushev Ya.I., Cemenova I.V. Promy'shlenny'e otxody' Mizurskoj gorno-obogatitel'noj fabriki Sadonskogo svincovo-cinkovogo kombinata: geoximicheskie osobennosti, ocenka ix vozdeystviya na e'kologicheskuyu obstanovku prilegayushhix territorij (pochvy' i vodu r. Ardon). *Respublika Severnaya Osetiya-Alaniya // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN.* 2012. T. 12. № 4. P. 29–40.
15. Davy'dov K.V., Davy'dova E.I., Taraty'ngo E.S. i dr. Poiskovy'e raboty' na zoloto-serebryany'j i zoloto-sul'fidny'j tipy' orudneniya Gornoj Osetii (RSO-Alaniya). *Goskontrakt №1/07» OAO Sevosegologorazvedka, 2009 g. mesto xraneniya: Rosgeofond, central'noe fondoxranilishhe, inv. № 494640.*
16. Lolaev A.B., Gurbanov A.G., Dzeboev S.O., Ilaev V.E'. Dinamika zagryazneniya vodnogo bassejna r. Ardon (Respublika Severnaya Osetiya-Alaniya, RF) zaxoronenny'mi promy'shlenny'mi otxodami Sadonskogo svincovo-cinkovogo kombinata i shaxtny'mi vodami // *Gorny'j informacionno-analiticheskij byulleten' – GIAB (nauchno-texnicheskij zhurnal),* 2018, № 6. Specz. vy'p. 25. P. 117–126.
17. Moiseenko V.G., Stepanov V.A., E'jrish L.V., Mel'nikov A.V. Platinonosnost' Dal'nego Vostoka. – *Vladivostok: Dal'nauka,* 2004. 176 p.
18. Plyusnina L.P., Xanchuk A.I., Goncharov V.I., Sidorov V.A., Goryachev N.A. i dr. Zoloto, platina i palladij v rudax Natalkinskogo mestorozhdeniya (Verxne-Koly'mskij region) // *Doklady' RAN,* 2003. T. 391. № 3. P. 383–387.
19. Xanchuk A.I., Plyusnina I.P., Molchanov V.P. Pervy'e danny'e o zoloto-platinoidnom orudnenii v uglerodisty'x porodax Xankajskogo massiva i prognoz krupnogo mestorozhdeniya blagorodny'x metallov v Primorskom krae. // *Dokl. RAN,* 2004. T. 397. № 4. P. 524–529.
20. Tuayev O.P. «Otchet o rezul'tate rabot po ob`ektu: «Poiski mestorozhdenij zoloto-kvarcz-sul'fidny'x rud v predelax Kakadurskoj rudnoj zony' Afsandur-Lamardonskogo rudnogo polya» (Respublika Severnaya Osetiya-Alaniya)». Moskva, Fond AO «Rosgeologiya». 2019. 255 p.
21. Chernicyn V.B., Andrushhuk V.L., Rubczov N.F. Metallogenicheskie zony' Central'nogo i Severo-Zapadnogo Kavkaza. – M.: Nedra. 1971. 208 p.
22. Chernicyn V.B. Metallogeniya Bol'shogo Kavkaza. – M.: Nedra. 1977. 191 p.
23. Hess J.C., Lippolt H.J., Gurbanov A.G., Michaloski I. The cooling history of the late Pliocene Eldzhurtinskiy granite (Caucasus, Russia) and the thermochronological potential of grain-size/age relationships // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1993. V. 117. P. 393–406.
24. Hess J.C., Aretz J., Gurbanov A.G. et al. Subduction-related Jurassic andesites in the Great Caucasus // *Geol. Rundsch.* 1995. vol. 84. P. 319–333.

