

ЗОЛОТОРУДНОЕ ПОЛЕ ПАЛЯНГАЙ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧУКОТКА): ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И ФЛЮИДОВ

А. В. Волков, А. Л. Галямов, К. Ю. Мурашов

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (Москва, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 17 февраля 2026 г.

Для цитирования

Волков А. В., Галямов А. Л., Мурашов К. Ю. Золоторудное поле Палянгай (Центральная Чукотка): геохимические особенности минерализации и флюидов // Арктика: экология и экономика. — 2026. — Т. 16, № 3. — С. 385—397. — DOI: 10.25283/2223-4594-2026-3-385-397.

Золоторудное поле Палянгай расположено в Чаунском районе Чукотского автономного округа (Арктическая зона России). Локализовано в восточном экзоконтакте Палянского гранодиоритового интрузивного массива и прилегающих, вмещающих контактово-измененных осадочных породах верхнего триаса. В статье приведены новые данные по распределению в рудах микроэлементов и редкоземельных элементов (РЗЭ), валовому составу рудообразующего флюида, позволившие уточнить прогнозно-поисковую модель оруденения и его экономический потенциал. По этим данным, рудопроявление Палянгай можно уверенно отнести к типу месторождений золота, связанных с интрузивами гранитоидов (IRGS)¹. Эталонный объект — крупное месторождение золота Форт-Нокс (штат Аляска, США).

Ключевые слова: Чукотка, Арктическая зона, рудное поле, гранодиориты, роговики, золото, серебро, висмут, микроэлементы, РЗЭ, прогнозно-поисковая модель, оценка перспектив.

Введение

Месторождения золота, связанные с интрузивами гранитоидов, известны на северо-востоке России с начала его освоения [1]. Промышленно значимое, достаточно богатое и крупное месторождение Кекурное на территории западной Чукотки было открыто в 1990 г. и начало эксплуатироваться сравнительно недавно, в 2023 г.¹

Рудное поле Палянгай (рис. 1) выявлено геологами Чаунской геологоразведочной экспедиции ПГО «Севостгеология» в эндо- и экзоконтакте Палянского гранодиоритового интрузивного массива в результате заверки геохимических аномалий в 1981 г.

Следует отметить, что главная цель выполненных работ заключалась в выделении и оценке богатых золотокварцевых жил — аналога месторождения Школьное [2].

По административному делению рудное поле Палянгай относится к Чаунскому району Чукотского автономного округа. Рудное поле находится в нераспределенном фонде недр. Ведущее значение в экономике района занимает золотодобывающая промышленность. Здесь работают два крупных горнодобывающих предприятия: ООО «Золоторудная компания «Майское» (входит в группу компаний АО «Полиметалл») и Артель старателей «Чукотка».

Рудное поле Палянгай находится к юго-западу от поселка Комсомольский и связано временной насыпной дорогой (18 км) с поселком и грунтовой дорогой (130 км) с районным центром городом Певек, где находятся первая и единственная в мире плаву-

¹ Intrusion Related Gold System — связанная с интрузивами золотая система.

² <https://areal.ru/mines/kekura/>.

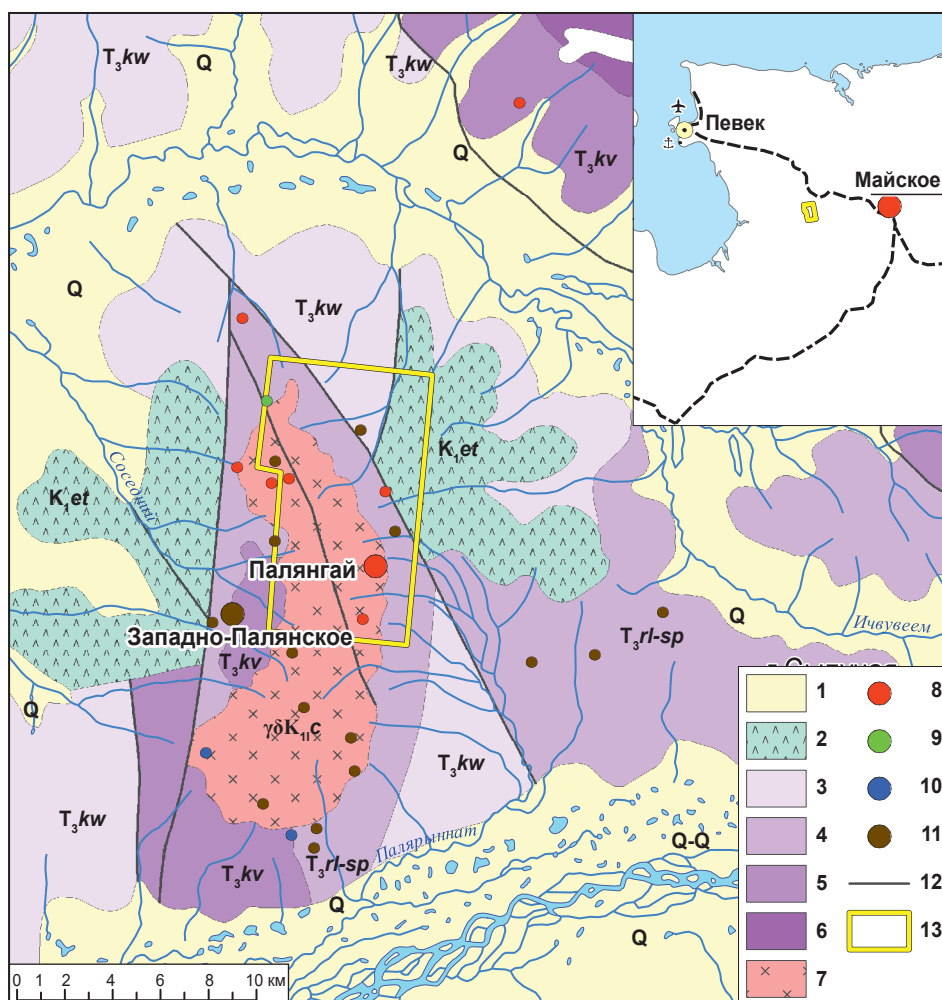


Рис. 1. Геологическое строение Палыангайской площади: 1 — четвертичные аллювиальные отложения; 2 — вулканогенные комплексы среднего и основного состава этчикунской свиты нижнего мела; 3–5 — верхний триас: 3 — песчаники и алевролиты кувеемской свиты, 4 — песчаники, алевролиты и реже сланцы релькувеемской свиты, 5 — песчаники и алевролиты кувеемской свиты; 6 — алевролиты, глинистые сланцы, кварц-полевошпатовые песчаники ичувеемской свиты нижнего триаса; 7 — гранодиориты чукотского комплекса раннего мела; 8–11 — месторождения и проявления: 8 — золоторудные и золото-серебряные, 9 — медные, 10 — полиметаллические, 11 — цветные (ртутные, оловорудные, вольфрамовые, висмутовые); 12 — разрывные нарушения; 13 — границы лицензионной площади

Fig. 1. Geological structure of the Palyangai area: 1 — Quaternary alluvial deposits; 2 — volcanogenic complexes of intermediate and basic composition of the Etchikun Formation of the Lower Cretaceous; 3–5 — Upper Triassic: 3 — sandstones and siltstones of the Kuveemkay Formation, 4 — sandstones, siltstones and, less commonly, shales of the Relkuveem Formation, 5 — sandstones and siltstones of the Kuveem Formation; 6 — siltstones, shales, quartz-feldspar sandstones of the Ichuveem Formation of the Lower Triassic; 7 — granodiorites of the Chukotka complex of the Early Cretaceous; 8–11 — deposits and occurrences: 8 — gold and gold-silver, 9 — copper, 10 — polymetallic, 11 — non-ferrous (mercury, tin, tungsten, bismuth); 12 — faults; 13 — boundaries of the license area

чая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС, 70 МВт), морской порт и аэродром для тяжелой авиации. В непосредственной близости от рудного поля проходит ЛЭП (110 кВ) Билибино — Певек.

Поисковые работы в пределах рудного поля Палыангай проводились в 1995 и 1997 гг. старательской артелью «Чукотка» и ЗАО «Чаунское ГГП» [4]. Всего были выполнены: литохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:10 000 — 84,3 км (33% проектных объемов), магниторазведка — 9,3 км² (23%), проходка канав — 43,7 тыс. м³ (37%) и скважин колонкового бурения — 2552 м

(23%). Работы не были выполнены в полном объеме в связи с прекращением финансирования. Прогнозные ресурсы золота категории P₂ по рудопроявлению Палыангай составляют: руда — 5014,6 тыс. т, металл — 32 049 кг. Оценка прогнозных ресурсов рудного поля слабо обоснована фактическим материалом. Поэтому поисково-оценочную стадию работ на рудном поле нельзя считать завершенной.

Геолого-структурные и минералого-геохимические особенности этого объекта ранее обсуждались в монографии [3]. В настоящей статье кроме анализа и обобщения фондового и опубликованного мате-

риала приведены новые данные по распределению в рудах микроэлементов и редкоземельных элементов (РЗЭ), а также по валовому составу рудообразующих флюидов, что позволило уточнить прогнозно-поисковую модель и экономический потенциал золоторудного поля. Следует отметить, что информация о составе и распределении микроэлементов и РЗЭ в рудах проявления Палянгай получена современными методами впервые.

Краткая характеристика месторождений золота IRGS типа

На примере металлогенического пояса Тинтин, расположенного на территории центральной Аляски и севере Канады (Юкон), был выделен новый глобально распространенный класс месторождений золота, связанных с интрузивами (IRGS) [5]. С тех пор интерес в мире к месторождениям этого типа не ослабевает, подогреваемый успешной разработкой на Аляске месторождений Форт-Нокс (добыто более 200 т золота), Пого (200 т) и ряда других. Кроме того, в поясе Тинтин поблизости от месторождения Форт-Нокс было открыто и разведано новое крупное месторождение этого класса Ливингуд с запасами 280 т золота при среднем содержании 0,71 г/т².

Золотой рудник Форт-Нокс, расположенный в 15 милях (24 км) к северо-востоку от города Фэрбенкс, работает как единый большой карьер. Добыча в Форт-Ноксе составляет до 45 000 т низкосортной руды (1 г/т) в день с использованием выщелачивания углеродом (CIL) для руды более высокого качества и кучного выщелачивания для руды более низкого качества. Объем добычи Форт-Нокса в 2016 г. превысил 7 млн унций (217 т)³, и он стал крупнейшим производителем золота в истории штата Аляска. Ожидается, что период эксплуатации рудника продлится до 2030 г., что позволит получить еще около 47 т золота.

Пояс Тинтин длиной примерно 1000 км вмещает большое количество месторождений и рудопроявлений золота, олова и вольфрама, связанных с интрузивами разных возрастов (от юрского до эоценового) [6]. Рудные тела этих месторождений представлены жилами мощностью 0,1—0,6 м и протяженностью 2—100 м, штокверковыми ареалами площадью до 1—2 км² и более с 10—20% кварцевого материала на погонный метр, зонами дробления мощностью до 10—20 м и протяженностью до 500—800 м с различным количеством кварцевого материала. Обычны сочетания зон дробления и стволых жил или зон дробления и штокверков. Мощность околосильных метасоматитов (березитов) достигает 1 м, а в штокверках и зонах дробления они охватывают всю занимаемую площадь. Для большинства месторождений характерно низкое

содержание золота при большом объеме рудной массы и запасов металла; вертикальный размах оруденения превышает 300 м. Руды IRGS — убогосульфидные, количество сульфидных минералов и новообразованных по ним сульфатов и оксидов составляет 2,5—3%, на некоторых участках рудных тел количество сульфидов достигает 7—10% (массивные арсенопиритовые гнезда). Главная ассоциация рудных минералов — арсенопирит-золото-висмут (самородный). Отношение Ag к Au в рудных интервалах изменяется от 0,006 до 0,7 и в среднем составляет 0,11.

В настоящее время с месторождениями пояса Тинтин как эталонами могут быть сопоставлены поисковые объекты в других регионах. Широкое распространение месторождений IRGS прогнозируется на территории Чукотки, соседнего с Аляской крупного региона Арктической зоны России [1].

Геолого-структурные особенности золоторудного поля

Палянская интрузивно-купольная структура (ИКС) размещается на южном крыле Паляваамской зоны пологих складчатых дислокаций на пересечении продольных сскадчатых и поперечных магмоподводящих разломов (см. рис. 1). ИКС представляет собой несколько вытянутое в субмеридиональном направлении овальной формы (в поперечнике 10—15 км) куполовидное поднятие флишоидных триасовых пород карнийского яруса, прорванных раннемеловым гранитоидным массивом в центральной части и перекрытых полями меловых вулканитов на периферии [3].

Палянский массив, по геофизическим данным, состоит из ряда слившихся друг с другом на поверхности штокообразных тел, каждое из которых имеет изолированную «корневую» систему. Западный контакт интрузива, по геофизическим данным, пологий, а восточный — крутой. В южном направлении массив полого погружается и продолжается дальше под осадочной толщей. Интрузив сопровождается многочисленными дайками гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров, диоритовых порфиров и лампрофиров, преимущественно меридионального простирания. Вокруг массива располагаются субвулканические тела андезитов изометричной или вытянутой в субмеридиональном направлении формы, с которыми связаны самые молодые в районе дайки риолитов и трахириолитов. Протяженность даек от 200—300 м до 1—2 км при средней мощности 10—12 м. Вмещающие массив осадочные породы представлены песчано-сланцевыми отложениями кувеемкойской свиты (верхний триас), разделенными на две подсвиты: нижнюю, преимущественно песчаниковую, и верхнюю — сланцевую.

Ширина зоны контактово-измененных пород — 1—2 км. В непосредственной близости от интрузии осадочные породы преобразованы в андалузит-порфировые, андалузит-биотитовые, хлорит-биотитовые, кварц-мусковит-кордиеритовые и кварц-

³ <https://www.mining-technology.com/projects/livengood-gold-project/>.

⁴ Kinross.com/.

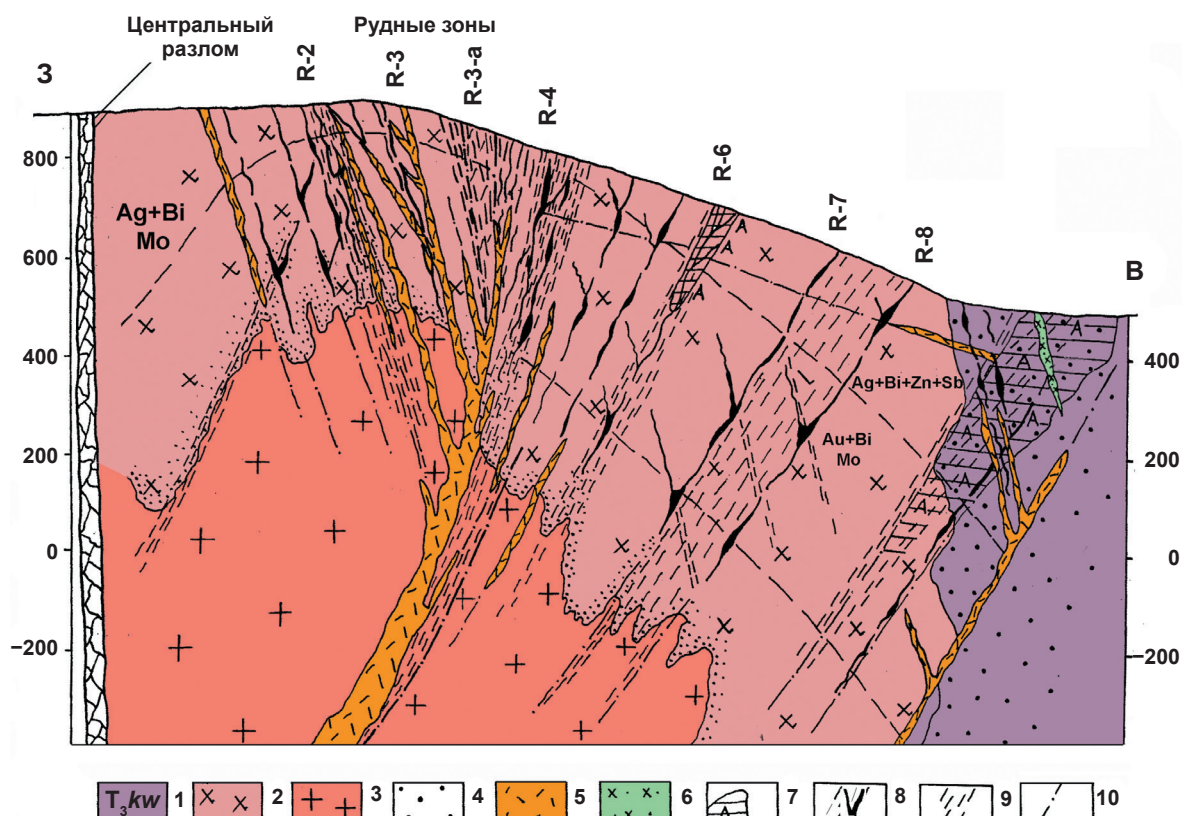


Рис. 2. Схематический геологический разрез в крест простирания рудных зон рудного поля Палянгай (по [4] с изменениями и дополнениями): 1 – алевриты и песчаники верхнего триаса, 2 – гранодиориты, 3 – граниты, 4 – роговики, 5 – дайки риолитов, 6 – дайки диоритов, 7 – аргилитовые метасоматиты, 8 – рудные зоны, 9 – зоны трещиноватости, 10 – разломы
Fig. 2. Schematic geological cross-section of the strike of ore zones of the Palyangai ore field (after [4], with modifications and additions): 1 – siltstones and sandstones of the Upper Triassic, 2 – granodiorites, 3 – granites, 4 – hornfelses, 5 – rhyolite dikes, 6 – diorite dikes, 7 – argylized metasomatites, 8 – ore zones, 9 – fracturing zones, 10 – faults

биотит-полевошпатовые роговики. На некотором удалении наблюдаются ороговикованные песчаники, пятнистые и узловатые сланцы, далее развиты серицитизированные песчаники и филлитизированные глинистые сланцы, постепенно переходящие в слабо измененные породы.

Главная рудоуправляющая структура — Палянская зона меридиональных разломов, проходящая от Охотско-Чукотского вулканического пояса через центральную часть ИКС и далее на юго-запад, пересекая Паляваамскую складчатую зону (см. рис. 1). Эта зона разломов контролирует крупное Западно-Палянское ртутное месторождение, золоторудное поле Палянгай, ряд рудопроявлений и ореолов рассеяния ртути, золота, олова и вольфрама. Ртутная минерализация Западно-Палянского месторождения связана со своеобразными трубками взрыва, представленными эксплозивными брекчиями.

Золоторудное поле Палянгай (площадью 73 км²) расположено в восточном экзоконтакте Палянского гранодиоритового интрузивного массива и прилегающих контактово-измененных породах верхнего триаса и ограничено с юго-запада и северо-востока Центральным и Право-Палянским разломами, а с севера и юга — субширотными разломами (см.

рис. 1). Площадь рудопроявления Палянгай около 4 км².

Центральный разлом разделяет массив гранодиоритов на две половины (рис. 2). Протяженность разлома в пределах интрузии не менее 20 км, падение крутое, северо-восточное. Восточный блок сброшен по разлому на 50—100 м. В рудовмещающих гранодиоритах, слагающих месторождение, развиты рудные зоны, представленные субмеридиональными, крутопадающими (с падением на запад), оперяющимися Центральным разломом разрывными нарушениями (см. рис. 2).

Морфология и вещественный состав рудных тел

Рудные зоны выполнены метасоматитами различного состава — кварц-мусковитовыми и кварц-полевошпатовыми грейзенами, березитами, вторичными кварцитами, кварцевыми жилами и прожилками. Протяженность рудных зон достигает 2 км, мощность метасоматитов в их пределах — 100 м, установленный вертикальный размах по гипсометрии и скважинам колонкового бурения — более 300 м. На глубину рудные зоны не оконтурены. Рудные зоны и кварцевые жилы тесно структурно связаны с дайками лампрофиров, диоритовых пор-

фиритов, гранит- и гранодиорит-порфиров, а также с субвулканическими дайками риолитов (см. рис. 2). Наблюдается отчетливая зональность: западный фланг рудного поля Палянгай обогащен мышьяком и вольфрамом, восточный — мышьяком и серебром, а центральная часть — золотом [4].

В пределах рудного поля установлено 10 рудных тел (см. рис. 2), некоторые из которых вскрыты канавами и колонковыми скважинами. Мощность рудных тел варьирует от 0,8 до 47,6 м, протяженность — 600—1500 м, вертикальный размах — более 300 м, содержание золота — 0,5—65,2 г/т, серебра — 10,0—1004,8 г/т [4].

На юго-восточном фланге рудного поля широко развиты зоны грейзенов, контролирующие сереброносные кварцевые жилы. Для этих жил, мощность которых не превышает 0,5 м, а протяженность — первые десятки метров, обычна обильная сульфидная минерализация, преимущественно арсенопиритовая и пиритовая, которая слагает крупные гнезда и полосы; отмечаются также выделения сульфосолей серебра, меди и свинца. Содержание золота в этих жилах не превышает 1 г/т, а содержание серебра часто достигает 1 кг.

В центральной и северной частях рудного поля развиты березиты, вмещающие кварцевые жилы, в которых серебряная минерализация отсутствует. В рудных зонах выделяются два основных морфологических типа золото-кварцевых жил: плитообразный и прерывисто-линзовидный. Жилы первого типа распространены в основном в центральной и северной частях рудного поля, а жилы второго типа — в южной и юго-восточной частях. Количество жил разных типов в рудных зонах также неодинаково: единицы — первого типа и десятки — второго.

На северном фланге рудного поля установлены линейные штокверки, представленные коренными выходами гранодиоритов с интенсивным кварцевым прожилкованием (мощность прожилков 0,3—3 см), плотность прожилков достигает 10—20 на 1 м, содержание золота колеблется от 1,4 до 26,8 г/т и составляет в среднем 3 г/т (канав 17) [4]. В прожилках установлены следующие сульфиды: арсенопирит, висмутин, бисмутин, пирит, а также золото, размеры выделений не превышают 3 мм. Содержание золота в минерализованных зонах березитов достаточно равномерное — 0,8—0,9 г/т на мощность до 47 м (рудная зона 3-а канав 12 и 54 соответственно).

На рудном поле установлены три стадии рудообразования. В первой стадии образуется золотоносная пирит-арсенопиритовая вкрапленная минерализация, во второй — золото-сереброносные и серебро-полиметаллические кварцевые жилы и прожилки, в третьей — кварц-антимонитовые жилы, секущие все более ранние образования. Кварц в жилах кристаллический, равномернозернистый. В пустотах встречаются мелкодрузовые образования. Золото распределено в рудных телах крайне неравномер-

но: его содержание варьирует от долей грамма до десятков г/т.

Арсенопирит — главный рудный минерал, количество которого достигает в рудных телах 5—10% [7]. Локализуется в виде гнезд (до 2—3 см), массивных линзовидных, прожилкообразных и прерывистых выделений (до 10—15 см) в зальбандах кварцевых жил; встречается также и в рудовмещающих березитах, и в прожилках; часто сростается с пиритом. Характерны разнообразные сочетания зональных и сдвойникованных выделений арсенопирита, размеры которых составляют 1—2, реже 3—5 мм. Характерно сдвойникованные скопления арсенопирита в рудовмещающих березитах местами составляют до 50% его общего количества. Размер отдельных зерен резко варьирует, составляя в среднем около 0,3—0,4 мм. По падению рудных тел величина Ni/Co отношения в арсенопиритах уменьшается на порядок. Содержание золота в арсенопирите, по данным изучения монофаций [4], колеблется от 0,8 до 524 г/т (в среднем 303 г/т, 27 анализов), серебра — 4—44 г/т (в среднем 11 г/т, 30 анализов). В пирите содержание золота не превышает 10 г/т.

Среди минералов висмута установлены: висмутин, самородный висмут, тетрадимит, мальдонит, которые представлены мелкими зернами в тонких трещинах, часто в арсенопирите. Кроме того, наблюдаются мелкие выделения и кристаллы пирита, чешуйки молибденита, галенита, реже встречаются сульфосоли серебра, свинца, меди, аргентит. Незначительно развиты в рудах карбонаты.

Практически все самородное золото ассоциирует с минералами висмута и представлено интерстициальными выделениями. Выявлены также структуры распада самородного золота в висмутине. Размеры выделений самородного золота 0,01—0,5 мм (преобладают 0,1—0,2 мм). По результатам микрозондового анализа пробность самородного золота варьирует от 801 до 950, среднее значение — 873 [7].

Геохимические особенности руд и флюидов

Геохимические особенности руд были изучены в аналитическом центре Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН методами рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), кроме того, в ЦНИГРИ по методике [8] был изучен валовый состав рудообразующих флюидов.

Результаты РФА показали (табл. 1), что в химическом составе изученных образцов SiO_2 варьирует от 50,08% до 89,25%, Al_2O_3 — от 0,59% до 13,86%, Fe общ. — от 0,81% до 16,71%, CaO — от 0,2% до 3,29%, Na_2O — от 0,11% до 3,59%, K_2O — от 0,12% до 4,22%, S — от 0,17% до 1,26%.

Как показывает сравнение с гранодиоритами Палянского массива (см. табл. 1), заметное отличие химического состава изученных образцов с рудной минерализацией обусловлено широко проявленным

Таблица 1. Химический состав (мас. %) изученных образцов рудопроявления Палянгай
Table 1. Chemical composition (wt %) of the studied samples of the Palyangai ore occurrence

№ образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe общ.	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	Σ
23	70,06	0,47	12,29	2,73	0,07	2,41	3,29	0,16	3,37	0,17	1,26	96,28
42	75,62	0,16	13,8	1,72	0,03	0,32	0,13	3,59	2,74	0,03	—	98,14
29	89,25	0,12	3,82	0,81	0,01	0,31	0,2	0,11	0,86	0,04	0,46	95,99
71	50,08	0,08	0,59	16,71	0,01	—	—	—	0,12	—	0,74	68,33
4	65,68	0,59	13,86	2,59	0,04	2,36	2,64	2,26	4,22	0,24	0,17	94,65
13 *	64,95	0,58	15,18	4,8 **	0,07	2,73	2,94	2,53	5,08	0,24	—	99,1

* Гранодиориты Палянского массива, среднее по 13 пробам [4].

** Fe₂O₃.

Примечание. Аналитический центр коллективного пользования ИГЕМ РАН, данные РФА (аналитик А. И. Якушев). Пробы: 23 — сульфидизированный гранодиорит с прожилками кварца; 42 — обломки измененного гранодиорита в кварц-сульфидной жиле; 29 — фрагмент жильного кварца с обломком гранодиорита и вкрапленностью арсениопирита; 71 — роговик с серией кварцевых прожилков; 4 — интенсивно окварцованный гранодиорит с рудной вкрапленностью.

Note. Analytical Center for Collective Use of IGEM RAS, data from the X-ray fluorescence analysis (analyst A. I. Yakushev). Samples: 23 — sulfidized granodiorite with quartz veins; 42 — fragments of altered granodiorite in a quartz-sulfide vein; 29 — a fragment of quartz vein with a fragment of granodiorite and inclusions of arsenopyrite; 71 — cornea with a series of quartz veins; 4 — intensively calcified granodiorite with ore inclusions.

околорудным метасоматозом (безрезитизацией) и гидротермальным рудообразованием.

Распределение основных микроэлементов и редкоземельных элементов в изученных образцах с рудной минерализацией приведено в табл. 2 и показано на диаграммах (рис. 3 и 4), где данные нормированы по отношению к средним значениям для верхней коры [9] и хондритам [10] соответственно.

Исследования методом ИСП-МС показали, что изученные образцы относительно верхней коры [9] обогащены широким спектром микроэлементов (по величине коэффициента обогащения): As, Bi, Ag, Au, Sb, Se, Sn, W, Pb, Cs, Cd, Co, Mo, Be, Cu, Rb, Te, Li, Tl, U, Th (табл. 2, рис. 3). Коэффициенты обогащения варьируют от нескольких (Pb, Cs, Cd, Co, Mo, Be, Cu, Rb, Te, Li, Tl, U, Th) до десятков (W, Sn), сотен (Ag, Au, Sb, Se), тысяч (Bi) и десяти тысяч (As) раз (см. рис. 3).

В трех образцах нормированные на хондрит РЗЭ образуют пологие (близхондритовые) спектры без явно выраженных Eu миниму-

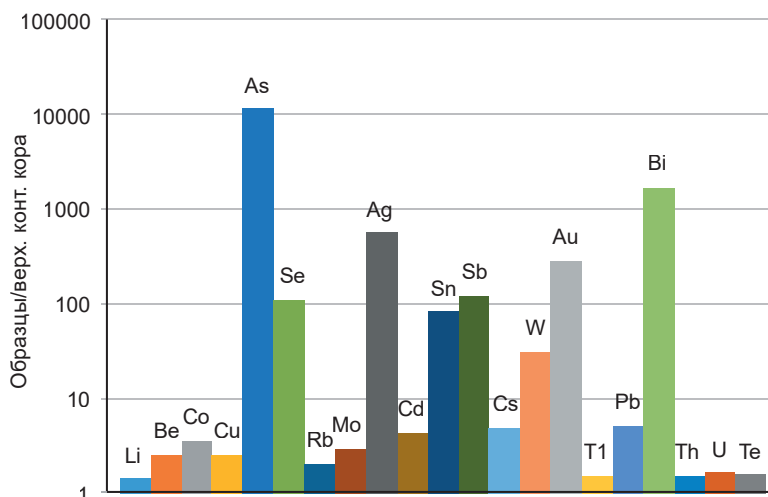


Рис. 3. Распределение основных микроэлементов (среднее по изученным образцам рудопроявления Палянгай), данные ИСП МС, нормированные по отношению к средним значениям для верхней коры [9]

Fig. 3. Distribution of the main trace elements (average for the studied samples of the Palyangai ore occurrence), ICP MS data, normalized with respect to the average values for the upper crust [9]

мов, а в двух образцах небольшие Eu минимумы есть (рис. 4). Эти образцы (№ 42 и 71) отличаются также минимальными содержаниями золота и серебра (см. табл. 2). В изученных образцах ΣREE варьирует от 7,17 до 316,03 г/т (см. табл. 2). Образцы явно обогащены LREE по сравнению с HREE (ΣLREE/ΣHREE варьирует от 5,47 до 17,84 (см. табл. 2).

Значения Ce/Ce* находятся в интервале от слабо отрицательных до умеренно положительных величин (от 0,89 до 2,14), а значения

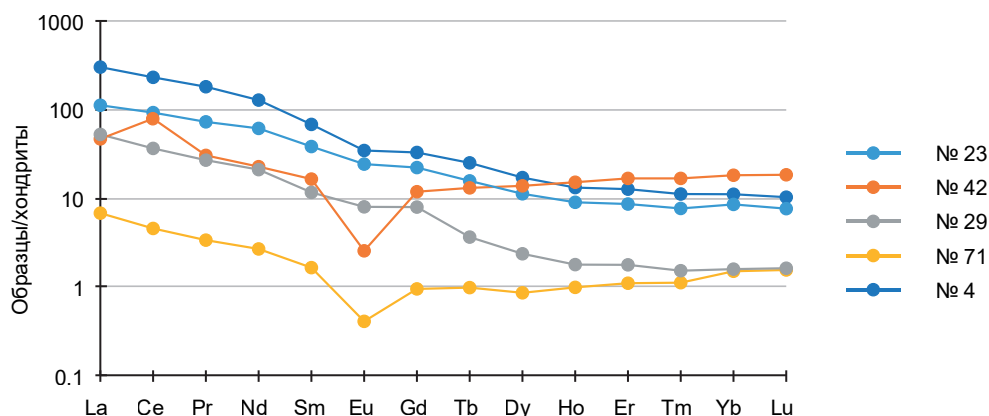


Рис. 4. Распределение REE, нормированных по хондритам [10], в изученных образцах рудопоявления Палянгай. Характеристика проб приведена в примечании к табл. 1

Fig. 4. Distribution of REE normalized by chondrites [10] in the studied samples of the Palyangai ore occurrence. The characteristics of the samples are given in the note to Table 1

Таблица 2. Элементный состав (г/т) изученных образцов руд и вмещающих пород

Table 2. Elemental composition (g/t) of the studied ore and host rock samples

Элемент	Проба 23	Проба 42	Проба 29	Проба 71	Проба 4
Au	0,47	0,08	0,81	0,14	0,61
Ag	2,03	0,41	17,74	1,49	128,90
As	25 500,00	200,00	25 000,00	221 100,00	5 400,00
Sb	33,91	3,40	167,00	37,08	2,45
Cu	21,18	6,37	27,06	300,00	10,78
Pb	122,38	14,22	275,79	5,36	24,00
Zn	35,00	82,00	60,00	25,00	112,50
Li	23,15	35,68	67,28	4,57	40,07
Be	5,86	3,38	4,22	0,09	13,27
Sc	11,03	3,27	2,38	0,27	13,25
V	76,00	12,61	25,00	5,10	89,00
Cr	82,24	3,19	26,02	14,00	128,00
Co	16,00	0,93	6,46	272,00	12,00
Ni	23,00	1,33	5,07	25,00	22,00
Bi	58,34	0,48	62,15	1251,74	2,41
Se	7,16	< 1	6,21	37,47	< 2
Te	1,55	< ПО	3,45	12,89	0,31
Ga	13,27	22,23	5,01	0,61	19,53
Rb	289,03	148,01	93,11	4,42	306,35
Sr	368,14	91,00	98,00	18,00	530,61
Y	14,22	22,93	2,71	1,43	21,90

Eu/Eu* изменяются от 0,27 до 0,99 (см. табл. 2). Такое сочетание Ce/Ce* и Eu/Eu* показывает, что при рудообразовании преобладали окислительные условия [11; 12].

Валовый анализ состава флюидов включений был выполнен из навесок 0,5 г класса 0,5—0,25 мм мономинеральных фракций кварца в Центральном научно-исследовательском геологоразведочном институте цветных и благородных металлов (аналитик Ю. В. Васюта) по методике, опубликованной в [8]. Включения в кварце вскрывали термически при 500°C. Методом газовой хроматографии (хроматограф ЦВЕТ-100) определяли количество воды для расчета концентраций элементов в гидротермальном растворе. Анализировались также углекислота, метан и углеводороды. После приготовления водных вытяжек в растворе методом ионной хроматографии (хроматограф ЦВЕТ-3006, чувствительность 0,01 мг/л) определяли Cl, SO₄ и F, методом ИСП-МС (масс-спектрометр Elan-6100) — K, Na, Ca, Mg и другие элементы.

Результаты валового анализа приведены в табл. 3 и на рис. 5. Компоненты на рис. 5 сгруппированы по группам (газы, анионы, катионы, микроэлементы) и рас-

Продолжение табл. 2

Элемент	Проба23	Проба42	Проба29	Проба71	Проба 4
Zr	220,00	232,00	89,00	93,00	276,00
Nb	11,00	13,92	1,87	3,89	14,00
Mo	3,73	0,28	2,88	6,13	3,28
Sn	39,92	5,19	13,13	1,27	800,00
Cd	0,43	12,82	40,82	27,75	3,79
In	0,15	26,48	13,04	50,65	2,76
Cs	25,41	18,38	41,80	0,17	34,96
Ba	740,02	469,00	242,00	29,00	1048,73
La	26,88	10,79	12,13	1,61	70,74
Ce	56,53	46,97	22,28	2,77	141,73
Pr	6,93	2,73	2,53	0,32	16,84
Nd	28,07	10,24	9,58	1,24	58,34
Sm	5,73	2,45	1,73	0,24	9,84
Eu	1,27	0,14	0,41	0,02	1,77
Gd	4,33	2,34	1,57	0,19	6,55
Tb	0,56	0,46	0,13	0,04	0,91
Dy	2,79	3,41	0,60	0,21	4,28
Ho	0,50	0,79	0,10	0,05	0,73
Er	1,40	2,66	0,28	0,18	2,01
Tm	0,19	0,41	0,04	0,03	0,27
Yb	1,34	2,90	0,25	0,24	1,76
Lu	0,19	0,43	0,04	0,04	0,26
Hf	1,34	5,75	0,76	1,47	1,83
Ta	0,62	0,95	0,14	0,20	0,99
W	22,84	1,50	8,90	200,00	66,44
Tl	2,02	0,84	2,20	0,07	1,70
Th	19,13	14,94	5,11	2,05	38,54
U	4,30	4,25	1,39	1,46	10,67
ΣREE	136,70	86,72	51,66	7,17	316,03
ΣLREE	125,40	73,32	48,66	6,20	299,26
ΣHREE	11,30	13,40	3,00	0,97	16,77
ΣLREE/ΣHREE	11,10	5,47	16,24	6,40	17,84
Hf/Sm	0,23	2,35	0,44	6,18	0,19
Nb/La	0,41	1,29	0,15	2,42	0,20
Th/La	0,71	1,38	0,42	1,27	0,54

положены в порядке убывания концентраций.

Среди газов во флюиде установлены (г/кг H_2O) углекислота CO_2 (257,9—57) и метан CH_4 (0,39—0,23). Среди анионов преобладают хлор (7,38—4,7) и гидрокарбонат (7,02—0,29). Среди катионов преобладают Na (3,8—3,01) и Ca (2,83—1,3), а K (0,42—0,27) и Mg (0,11—0,01) находятся в подчиненном количестве.

Среди микроэлементов установлены (мг/кг раствора): В (129,9—95,4), As (1918,8—71), Fe (6,8—0), Sb (180,7—21,8), Mn (23,49—7,19), Li (25,0—6,2), Co (0,06—0), W (1,04—0,1), Sr (11,2—2,7), Cu (3,06—0,5), Ni (2,92—0), Cs (0,1—0), Rb (0,4), Pb (1,1—0), Mo (4,87—0), Ag (1,28—0,04), Tl (0,04), P33 (0,11—0,01) и U (0,003—0,002).

Отношения главных компонентов флюида изменяются в следующих пределах: Na/K — от 11,14 до 9,07, CO_2/CH_4 — от 1121,1 до 146,1. Величина K/Rb-отношения изменяется от 168 до 642, что может свидетельствовать об участии в процессе формирования руд как магматогенных флюидов, так и формационных вод.

Сравнение средних составов флюидов показало их заметное различие по концентрациям большинства компонентов (см. табл. 3, рис. 5). Заметные различия проявлены в концентрациях некоторых микрокомпонентов (As, Sb, Mn, Li и W) и могут быть связаны либо с вариациями состава флюидов, либо с неоднородностями в химическом составе рудовмещающих гранитоидов.

Обсуждение результатов

Полученные результаты геохимических исследований показывают, что минеральный состав коррелирует с геохимическими особенностями руд. Содержание золота в изученных образцах не превышает 1 г/т, серебро варьирует от 0,4 до 128,9 г/т, висмут — от 0,48 до 1251,74 г/т, мышьяк — от 200 до 221 100 г/т. Содержание висмута коррели-

Окончание табл. 2

Элемент	Проба23	Проба42	Проба29	Проба71	Проба 4
Y/Ho	28,38	28,89	28,45	26,81	29,99
U/Th	0,22	0,28	0,27	0,71	0,28
Rb/Sr	0,79	1,63	0,95	0,25	0,58
Co/Ni	0,70	0,70	1,27	10,88	0,55
Au/Ag	0,23	0,20	0,05	0,09	0,00
Eu/Eu*	0,88	0,27	0,99	0,41	0,76
Ce/Ce*	1,04	2,14	0,96	0,89	1,05
LaN/YbN	13,66	2,52	32,68	4,55	27,30
Σ Ce	118,41	70,73	46,52	5,94	287,65
Σ Y	15,18	9,59	4,53	0,75	24,09
Σ Sc	3,12	6,40	0,61	0,48	4,30
Eu/Sm	0,22	0,06	0,24	0,09	0,18

Примечание. Определение микроэлементов и РЗЭ методом плазменной масс-спектрометрии (ИСП-МС), аналитический центр коллективного пользования ИГЕМ РАН (аналитик Я. В. Бычкова). ПО — предел обнаружения. REE — РЗЭ, LREE — легкие РЗЭ, HREE — тяжелые РЗЭ. Характеристика проб приведена в примечании к табл. 1.

Note. Determination of trace elements and REE by plasma mass spectrometry (ISP-MS), Analytical Center for Collective Use of IGEM RAS (analyst Ya. V. Bychkova). PO is the limit of detection. REE — rare earth elements, LREE — light REE, HREE — heavy REE. The characteristics of the samples are given in the note to Table 1.

рует с содержанием мышьяка. Отмечено широкое проявление в рудах и околорудных породах мышьяк- и висмутсодержащей минерализации, типичной для месторождений золота IRGS типа (эталонный объект — Форт-Нокс, штат Аляска, США [5; 6]).

Установлено, что руды обогащены широким спектром микроэлементов (по величине коэффициента обогащения): As, Bi, Ag, Au, Sb, Se, Sn, W, Pb, Cs, Cd, Co, Mo, Be, Cu, Rb, Te, Li, Tl, U, Th. Коэффициенты обогащения варьируют от нескольких (Pb, Cs, Cd, Co, Mo, Be, Cu, Rb, Te, Li, Tl, U, Th) до десятков (W, Sn), сотен (Ag, Au, Sb, Se), тысяч (Bi) и десяти тысяч (As) раз. Обогащенность руд «магмафильными» элементами (Bi, W, Sn, Te, Mo) свидетельствует об участии в рудообразовании магматического флюида.

В образцах преобладают гидрофильные РЗЭ [13], относящиеся к «цериевой» группе [14]. Образцы явно обогащены LREE по сравнению с HREE (Σ LREE/ Σ HREE варьирует от 5,47 до 17,84). Σ REE варьирует от 7,17 до 316,03 г/т.

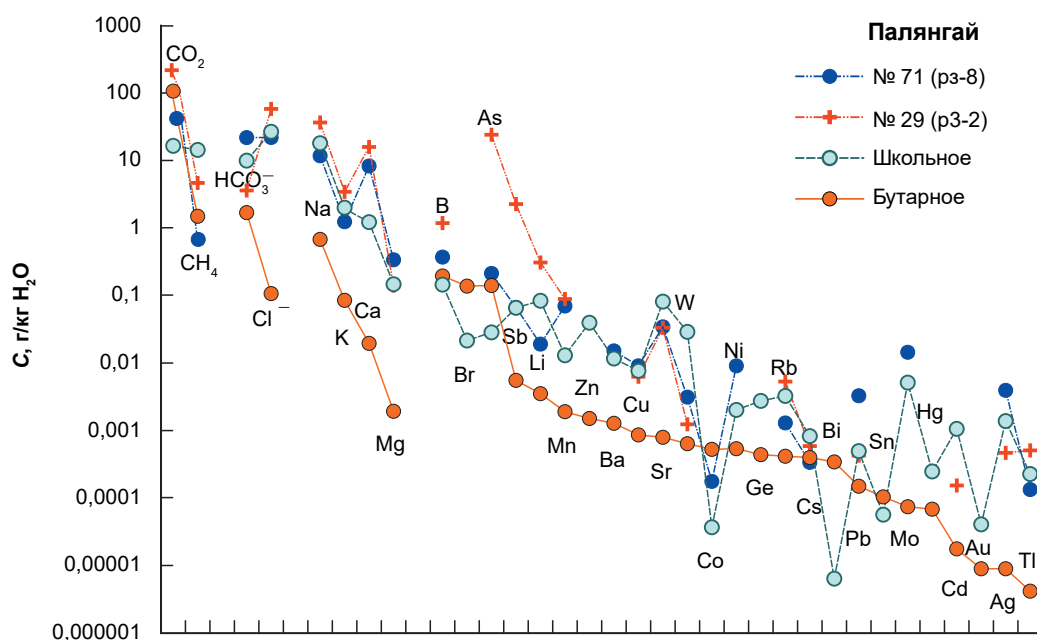


Рис. 5. Сравнение химического состава рудообразующего флюида рудопроявления Палянгай (пробы № 71 и 29) с составом флюида месторождений Школьное и Бутарное (см. табл. 3)

Fig. 5. Comparison of the chemical composition of the ore-forming fluid of the Palyangai ore occurrence (samples no. 71 and 29) with the composition of the fluid of the Shkolnoye and Butarnoye deposits (see Table 3)

Таблица 3. Валовый химический состав содержимого флюидных включений в продуктивном кварце месторождений Школьное, Бутарное и рудного поля Палянгай

Table 3. Bulk chemical composition of the contents of fluid inclusions in productive quartz from the Shkolnoye, Butarny, and Palyangai ore fields

Элемент	Школьное	Бутарное	Палянгай	
	Проба 16	Среднее (3)	Проба 29	Проба 71
Макрокомпоненты, г/кг воды				
CO ₂	18,0	106,5	257,9	57
CH ₄	14,23	1,63	0,23	0,39
Cl ⁻	28,39	0,12	7,38	4,70
SO ₄ ²⁻	—	0,33	—	—
HCO ₃ ⁻	10,03	1,59	7,02	0,29
Na	19,56	0,51	3,80	3,01
K	1,91	0,10	0,42	0,27
Ca	1,27	0,05	2,83	1,30
Mg	0,15	0,04	0,11	0,01
Микрокомпоненты, 10 ⁻³ г/кг воды				
Br	22,95	164	—	—
As	26,82	195	71,0	1918,8
Li	85,28	2,1	6,2	25,0
B	148,5	274	122,9	95,4
Rb	3,16	0,5	0,4	0,4
Cs	0,84	0,5	0,1	—
Sr	82,50	1,4	11,2	2,7
Mo	5,27	0,06	4,87	—
Ag	1,42	0,014	1,28	0,04
Sb	69,67	7,0	21,8	180,7
Cu	7,76	1,2	3,06	0,5
Zn	39,99	—	—	—
Cd	1,09	0,02	—	—
Pb	0,51	0,30	1,1	—
Bi	0,006	0,607	—	—
Th	0,006	—	—	—
U	—	0,007	0,003	0,002
Ge	2,66	0,4	—	—
Mn	13,88	—	23,49	7,19
Fe	-	0,25	6,8	—

Выделяются две группы образцов: в первой группе нормированные на хондрит РЗЭ образуют полигон (близхондритовые) спектры без явно выраженных Eu минимумов, а во второй в спектрах отмечаются небольшие Eu минимумы. Вполне очевидным является образование минерализации из растворов, непосредственно связанных с вмещающими породами, на что указывает однотипный характер распределения микроэлементов и РЗЭ, а также узкий интервал отношений Y/No, Co/Ni, Rb/Sr и др., свидетельствующий об однородности источника [12].

По геохимической специализации рудное поле Палянгай сходно с месторождением Форт-Нокс (Аляска, США), для которого характерны Au-Bi-Te±W первичные ореолы в пределах интрузии [5]. В палянгайских рудах, как и в Форт-Ноксе, золото встречается с варьирующими количествами As, Bi, Mo, Te, W, Sb и обычно имеет низкие концентрации полиметаллов и серебра. Полученные результаты позволяют отнести минерализацию рудного поля Палянгай к висмутовому подтипу IRGS.

Следует отметить, что изученные нами ранее месторождения Школьное и Бутарное [2; 15], как и рудопроявление Палянгай, сформированы сходными по концентрации газов, солей и микроэлементов флюидами (см. табл. 3, рис. 5). Среди катионов во флюидах доминировали натрий и кальций, а среди анионов преобладал хлор (Школьное, Палянгай), концентрации которого были существенно выше гидрокарбоната. Растворенных газов в рудообразующих флюидах было много, и среди них преобладала уголекислота, что типично для IRGS [16].

Рудообразующие растворы можно отнести к гидрокарбонатно-натриевому типу — 60—80% гидрокарбоната и натрия от общего количества катионов и анионов. Среди микроэлементов в составе флюидов преобладали As, Li, Sr, B. Из металлов наиболее распространены Sb, Cu, Mn,

Продолжение табл. 3

Элемент	Школьное	Бутарное	Палянгай	
	Проба 16	Среднее (3)	Проба 29	Проба 71
Co	0,04	0,02	0,06	—
Ni	2,12	0,69	2,92	—
Zr	0,03	—	—	—
Sn	0,06	0,22	—	—
Ba	12,53	—	5,0	—
W	28,90	0,3	1,04	0,10
Au	0,038	—	—	—
Hg	0,23	—	—	—
Tl	0,21	0,006	0,04	0,04
REE	0,08	—	0,11	0,01
Na/K	10,2	5,1	9,07	11,14
CO ₂ /CH ₄	1,3	65,0	1121,1	146,1
K/Rb	605,4	219,7	168	642

Примечание. Валовый состав рудообразующих флюидов получен по методике [11].

Note. The gross composition of ore-forming fluids was obtained by the method [11].

Mo, W, Fe. Таким образом, можно сделать вывод о высокой металлоносности изученных флюидов, которые обогащались рудными концентрациями, вероятно, в магматическом источнике.

Однако в составе флюидов рассматриваемых объектов имеются и некоторые различия (см. табл. 3, рис. 5). На месторождении Школьное заметно проявлены флюиды из вмещающих осадочных пород (выше общая минерализация, меньше углекислоты, высокие содержания серебра), в то время как в палянгайских флюидах больше магматических и глубинных компонентов (As, Rb и др.).

Заключение

Отметим, что для минерализации рудного поля Палянгай характерно большинство индикаторных признаков, включая геохимические, IRGS [1]. Полученные результаты позволяют предполагать возможность развития на рудном поле Палянгай штокового оруденения (аналог Форт-Нокс, Аляска, США). В случае реализации этих прогнозов рудопроявление Палянгай может перейти в разряд крупнотоннажных объектов.

Благоприятный фактор для завершения геологоразведочных работ на рудном поле Палянгай — его положение в достаточно развитой инфраструктуре. Рудное поле связано временной насыпной дорогой (18 км) и грунтовой дорогой (130 км) с районным

центром Певек, где находятся первая и единственная в мире плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС, 70 МВт), морской порт и аэродром для тяжелой авиации. В непосредственной близости от рудного поля проходит ЛЭП (110 кВ) Билибино — Певек.

Другой благоприятный фактор — наличие в районе действующих достаточно крупных горнодобывающих предприятий: Золоторудной компании «Майское» (входит в группу компаний АО «Полиметалл») и Артели старателей «Чукотка». Поисково-оценочные геологоразведочные работы в районе ведут несколько юниорных компаний.

Вызовы, препятствующие дальнейшему освоению объекта, — арктический климат, удаленность, кадровый дефицит, необходимость большого объема геологоразведочных работ.

Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке темы Госзадания ИГЕМ РАН (номер госрегистрации 124022400144-6).

Литература/References

- Волков А. В., Сидоров А. А. Прогнозно-поисковая модель месторождений золота, связанных с интрузивами гранитоидов Арктической зоны России // Арктика: экология и экономика. — 2018. — № 3 (31). — С. 84—99. — DOI: 10.25283/2223-4594-2018-3-84-99.
- Volkov A. V., Sidorov A. A. Forecast-exploration model of gold deposits associated with granitoid intrusions of the Russian Arctic zone. Arctic: Ecology and Economy, 2018, no. 3 (31), pp. 84—99. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-3-84-99. (In Russian).
- Волков А. В., Савва Н. Е., Сидоров А. А. и др. Золоторудное месторождение Школьное (северо-восток России) // Геология руд. месторождений. — 2011. — Т. 53, № 1. — С. 3—31.
- Volkov A. V., Savva N. E., Sidorov A. A., Prokofyev V. Yu., Goryachev N. A., Voznesenskiy S. D., Alshevskiy A. V., Chernova A. D. Zolotorudnoye mestorozhdeniye Shkolnoye (severo-vostok Rossii) [School Gold mine (Northeast of Russia)]. Geologiya rudnykh mestorozhdenii, 2011, vol. 53, no. 1, pp. 3—31. (In Russian).
- Волков А. В., Гончаров В. И., Сидоров А. А. Месторождения золота и серебра Чукотки. — Москва; Магадан: СВКНИИ РАН, 2006. — 221 с.
- Volkov A. V., Goncharov V. I., Sidorov A. A. Mestorozhdeniya zolota i serebra Chukotki [Deposits of gold and silver of Chukotka]. Moscow; Magadan, SVKNII RAN, 2006, 221 p. (In Russian).

4. Новиков А. Н. Поисковые работы в пределах рудного поля Палаянгай. — Певек, 1998; М.: ФГБУ «Росгеолфонд», 1998. — 200 с.
Novikov A. N. Poiskovye raboty v predelakh rudnogo polya Palangay [Prospecting operations within the Palyangai ore field]. Pevek, 1998; Moscow, "Rosgeolfond", 1998, 200 p. (In Russian).
5. Lang J. R., Baker T., Hart C. J., Mortensen J. K. An exploration model for intrusion related gold systems. SEG Newsletter, 2000, no. 40, pp. 6—15.
6. Thompson J. F. H., Sillitoe R. H., Baker T., Lang J. R., Mortensen J. K. Intrusion-related gold deposits associated with tungsten-tin provinces. Mineral. Depos., 1999, vol. 34, pp. 323—334.
7. Петров С. Ф. Внутреннее строение и элементы-примеси арсенопирита золото-редкометалльного месторождения Палаянгай (Центральная Чукотка) // Геология и минерагения Северо-Востока Азии. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН. 1999. — С. 74—76.
Petrov S. F. Internal structure and admixture elements of arsenopyrite from the Palyangai gold- rare metal deposit (Central Chukotka). Geology and Mineralogy of Northeast Asia. Magadan, SVKNII FEB RAS, 1999, pp. 74—76. (In Russian).
8. Кряжев С. Г., Прокофьев В. Ю., Васюта Ю. В. Использование метода ICP-MS при анализе состава рудообразующих флюидов // Вестн. Моск. ун-та. — Сер. 4. Геология. — 2006. — № 4. — С. 30—36.
Kryazhev S. G., Prokofiev V. Yu., Vasyuta Yu. V. The use of the ICP-MS method in the analysis of the composition of ore-forming fluids, Bulletin of the Moscow University. Ser. 4. Geology, 2006, no. 4, pp. 30—36. (In Russian).
9. Тейлор С. Р., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. — М.: Мир, 1988. — 384 с.
Taylor S. R., McLennan S. M. Kontinentalnaya kora: ee sostav i evolyutsiya [Continental crust: its composition and evolution]. Moscow, Mir, 1988, 384 p. (In Russian).
10. McDonough W. F., Sun S. S. The Composition of the Earth. Chemical Geology, 1995, vol. 120, pp. 223—253.
11. Горячев Н. А., Викентьева О. В., Бортников Н. С. и др. Наталкинское золоторудное месторождение мирового класса: распределение РЗЭ, флюидные включения, стабильные изотопы кислорода и условия формирования руд (Северо-Восток России) // Геология руд. месторождений. — 2008. — Т. 50, № 5. — С. 414—444.
Goryachev N. A., Vikentieva O. V., Bortnikov N. S., Prokofiev V. Yu., Alpatov V. A., Golub V. V. The Natalkinskoe world-class gold deposit: REE distribution, fluid inclusions, stable oxygen isotopes and ore formation conditions (Northeast of Russia). Geology of ore deposits, 2008, vol. 50, no. 5, pp. 414—444. (In Russian).
12. Jones B., Manning D. A. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones. Chem. Geol., 1994, vol. 111, pp. 111—129.
13. Жаринов В. А., Горбачев Н. С., Латфутт П., Дохерти В. Распределение редкоземельных элементов и иттрия между флюидом и базальтовым расплавом при давлениях 1—12 кбар (по экспериментальным данным) // ДАН. — 1999. — Т. 366, № 2. — С. 239—241.
Zharikov V. A., Gorbachev N. S., Latfutt P., Doherty V. Distribution of rare earth elements and yttrium between fluid and basalt melt at pressures of 1—12 kbar (according to experimental data). DAN, 1999, vol. 366, no. 2, pp. 239—241. (In Russian).
14. Минеев Д. А. Лантаноиды в рудах редкоземельных и комплексных месторождений. — М.: Наука, 1974. — 237 с.
Mineev D. A. Lanthanides in ores of rare-earth and complex deposits. Moscow, Nauka, 1974, 237 p. (In Russian).
15. Волков А. В., Черепанова Н. В., Прокофьев В. Ю. и др. Месторождение золота в Бутарном гранитоидном штоке (северо-восток России): геологическое строение, минералогия и условия формирования руд // Геология руд. месторождений. — 2013. — Т. 55, № 3. — С. 214—237.
Volkov A. V., Cherepanova N. V., Prokofiev V. Yu., Savva N. E., Smilgin S. V., Trubkin N. V., Alekseev V. Yu. Mes-torozhdenie zolota v Butarnom granitoidnom shtoke (Severo-Vostok Rossii): geologicheskoe stroenie, mineralogiya i usloviya formirovaniya rud [Gold Deposit in Butarny granitoid stock (Northeast of Russia): geological structure, mineralogy and ore formation conditions]. Geologiya rudnykh mestorozhdenii, 2013, vol. 55, no. 3, pp. 214—237. (In Russian).
16. Baker T. Emplacement depth and carbon dioxide-rich fluid inclusions in intrusion-related gold deposits. Econ. Geol., 2002, vol. 97, pp. 1111—1117.

Информация об авторах

Волков Александр Владимирович, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: tma2105@mail.ru.

Галямов Андрей Львович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: a-galyamov@yandex.ru.

Мурашов Константин Юрьевич, научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (119017, Россия, Москва, Старомонетный пер., д. 35), e-mail: kostik.mur@mail.ru.

PALYANGAI GOLD FIELD (CENTRAL CHUKOTKA): GEOCHEMICAL FEATURES OF MINERALIZATION AND FLUIDS

Volkov, A. V., Galyamov, A. L., Murashov, K. Yu.

Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

The article was received on February 17, 2026

For citing

Volkov A. V., Galyamov A. L., Murashov K. Yu. Palyangai Gold Field (Central Chukotka): geochemical features of mineralization and fluids. *Arctic: Ecology and Economy*, 2026, vol. 16, no. 3, pp. 385—397. DOI: 10.25283/2223-4594-2026-3-385-397. (In Russian).

Abstract

The Palyangai gold field is located in the Chaunsky District of the Chukotka Autonomous Area (Arctic zone of Russia). It is located in the eastern exocontact of the Palyangai granodiorite intrusive massif and adjacent host contact-altered Upper Triassic sedimentary rocks. The article presents new data on the distribution of trace elements and REE in ores, the bulk composition of the ore-forming fluid, which made it possible to refine the mineralization prediction and exploration model and its economic potential. Based on these data, the Palyangai ore occurrence can be confidently classified as an intrusive granitoid-related gold deposit (IRGS). The reference object is the large Fort Knox gold deposit (Alaska, USA).

Keywords: *Chukotka, Arctic zone, ore field, granodiorites, hornworns, gold, silver, bismuth, trace elements, REE, prediction and exploration model, assessment of prospects.*

Funding

The work was carried out with the financial support of the IGEM RAS State Assignment topic (state registration number 124022400144-6).

Information about the authors

Volkov, Alexander Vladimirovich, Doctor of Geology and Mineralogy, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Head of the Laboratory, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (35, Staromonetny Lane, Moscow, Russia, 119017), e-mail: tma2105@mail.ru.

Galyamov, Andrey Lvovich, PhD of Geology and Mineralogy, Senior Researcher, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (35, Staromonetny Lane, Moscow, Russia, 119017), e-mail: a-galyamov@yandex.ru.

Murashov, Konstantin Yuryevich, Researcher, Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (35, Staromonetny Lane, Moscow, Russia, 119017), e-mail: kostik.mur@mail.ru.

© Volkov A. V., Galyamov A. L., Murashov K. Yu., 2026