

СТРОЕНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.441:550.4 (571.65)

Геохимические особенности самородного золота Шаманихо-Столбовского рудного района (Магаданская область)

Литвиненко И. С.

СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан, Россия

Аннотация. Приведены материалы исследований самородного золота Шаманихо-Столбовского рудного района Приколымского поднятия Северо-Востока России. По его геохимическим особенностям, в совокупности с данными о составе распространённых в нём микровключений, развитое в районе золотое оруденение может быть отнесено к классу месторождений золота, связанных с восстановленными гранитоидами. Свойственная для него зональность выражается в смене золото-гематит-пиритового типа минерализации золото-полисульфидным и золото-серебряно-полисульфидным. Они характеризуются соответственно преимущественно высокопробным, среднепробным и низкопробным самородным золотом, высокой частотой встречаемости и повышенным содержанием меди, свинца, висмута и железа. Основную роль в питании россыпей играло оруденение с золото-полисульфидной минерализацией. Комбинированными методами кластер-анализа, корреляционного анализа и метода главных компонент установлено, что индикаторными являются марганец-мышьяк-теллур-висмут-палладий-свинцовый и железо-висмут-свинец-никель-мышьяк-марганцевый геохимические типы золота при общем золото-редкометалльном характере рудных систем. По роли геохимических типов самородное золото Шаманихо-Столбовского района отличается от самородного золота Центрально-Колымских золото-кварцевых объектов и молибден-медно-порфиновых проявлений Тополево-Хетачанского рудного района.

Ключевые слова: Северо-Восток России, рудные месторождения, россыпи, золото.

Для цитирования: Литвиненко И. С. Геохимические особенности самородного золота Шаманихо-Столбовского рудного района (Магаданская область). Руды и металлы. 2026. № 1. С. 35–50. DOI: 10.47765/0869-5997-2026-10003.

Geochemical features of native gold from the Shamanikha-Stolbovaya ore region, Magadan Oblast

Litvinenko I. S.

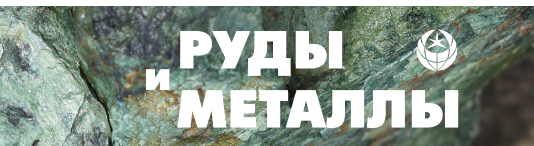
N. A. Shilo North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute (NEISRI), FEB RAS, Magadan, Russia

Annotation. The paper presents data on native gold from the Shamanikha-Stolbovaya ore region of the Prikolymское uplift in the Northeastern Russia. Gold mineralization developed in the region, taking into account its geochemical characteristics and data on the composition of microinclusions within it, can be assigned to the type of gold deposits related to reduced granitoids. Its characteristic zonality is expressed in change of gold-hematite-pyrite mineralization to gold-polysulfide and to gold-silver-polysulfide ones. These mineral assemblages are characterized by native gold of predominantly high, medium, and low fineness and by high frequency and elevated contents of copper, lead, bismuth, and iron, respectively. The gold-polysulfide mineralization played the main role in feeding the gold placers. Using combination of the cluster analysis, correlation analysis, and principal component methods allow us to reveal an indicative significance of the manganese-arsenic-tellurium-bismuth-palladium-lead and iron-bismuth-lead-nickel-arsenic-manganese geochemical types of native gold with a general gold-rare metal character of the ore-forming systems. Native gold of the Shamanikha-Stolbovaya ore region differs in the role of the geochemical types from the native gold derived from gold-quartz objects of the Central Kolyma and from porphyry molybdenum-copper occurrences of the Topolevaya-Khetachan ore region.

Keywords: Northeastern Russia, ore deposits, placers, gold.

For citation: Litvinenko I. S. Geochemical features of native gold from the Shamanikha-Stolbovaya ore region, Magadan Oblast. Rudy i metally (Ores and metals). 2026. No. 1. pp. 35–50. DOI: 10.47765/0869-5997-2026-10003.





Введение

Шаманихо-Столбовской рудный район расположен в среднем течении р. Колыма; в геологическом отношении это центральная часть Приколымского складчато-глыбового поднятия. Россыпная золотоносность в районе была выявлена в 1933 г., рудные концентрации установлены в 1936 г. В настоящее время здесь разведано 18 россыпных и 3 мелких рудных месторождения золота.

Несмотря на многочисленность и богатство россыпных месторождений Шаманихо-Столбовского района, представления о формационном типе их коренных источников не нашли определённого трактования. Это связано со сложностью геологического строения и развития района.

При реконструкции формационного типа коренных источников золотоносных россыпей важное место отводится исследованиям самородного золота. Изучение золота при проведении в районе поисковых, разведочных и эксплуатационных работ носило попутный характер и опиралось на ограниченное количество материала. Специализированные исследования типоморфных свойств самородного золота на рудных и россыпных объектах Глухаринского рудного узла касались его крупности, морфологии, внутреннего строения, пробности и микровключений [1, 6, 13 и др.]. Геохимические особенности (микропримесный состав) выделений самородного золота в рудах и россыпях, которые могли бы способствовать решению вопроса о формационном типе коренных источников россыпей, детально не освещались.

В настоящей работе для уточнения представлений о формационном типе золотого оруденения Шаманихо-Столбовского района рассмотрены геохимические особенности распространённого в рудах и россыпях самородного золота, с использованием средств пакета прикладных программ «Leader»* проведён сравнительный анализ с геохимическими особенностями золота молибден-медно-порфировой и золото-кварцевой формаций Тополево-Хе-

* Разработка информационно-вычислительного центра ПГО «Севзапгеология».

тачанского и Центрально-Колымских рудных районов.

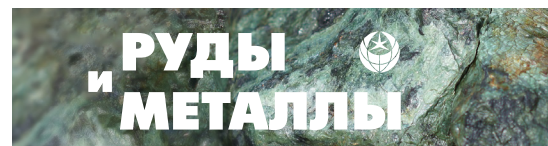
Методика работ

Сбор и обработка материалов осуществлялись в рамках научно-исследовательских работ, проводившихся в СВКНИИ ДВО РАН.

Исследованное самородное золото извлечено из протолочных и шлиховых проб. Шлиховые концентраты получены после промывки на винтовом сепараторе ВС-200 и винтовом шлюзе ВШ-200 рыхлого материала из реликтов отработанных россыпных месторождений и коллювиальных образований, перекрывающих рудные тела. Самородное золото из них извлекалось под бинокляром. Раздробленный до 1,0 мм материал протолочных проб последовательно растворялся в плавиковой и азотной кислотах. После каждой стадии растворения из полученного остатка проводился отбор зёрен золота под бинокляром.

Двенадцать образцов самородного золота анализировались в Центральной лаборатории бывшего объединения «Севостгеология» (г. Магадан, аналитик Н. П. Оверченко) микроспектральным методом по методике И. П. Ланцева [15]. Десять проб были проанализированы в Лаборатории методов спектрального анализа СВКНИИ ДВО РАН (г. Магадан, аналитик Н. П. Оверченко), в которой на основе методики И. П. Ланцева и методологии экспрессного количественного спектрального анализа (ЭКСА) был разработан новый способ аналитического исследования природных золотин – ЭКСА-Au [10]. Результаты анализов шести образцов самородного золота, выполненных микроспектральным методом в Институте геологии ЯФ СО РАН (г. Якутск, аналитик Н. И. Петрова), взяты из материалов Г. Н. Гамянина и др. (Г. Н. Гамянин, Н. А. Горячев, В. Л. Половинкин, А. Г. Бахарев, 1984 г.).

Микроспектральный анализ образцов самородного золота выполнялся на Cu, Bi, Co, Pb, Ni, Mn, Sb, Te, Pd, Fe, Zn, Sn, As, Pt. Из-за низкой представительности (не обнаружены ни в одной из проб) Co, Sn, Zn и Pt в дальнейшем в обработку материалов не включались. Содержание Au и Ag определялись с помо-



щью микронзондового анализатора Camebax (г. Магадан, СВКНИИ ДВО РАН, аналитики М. И. Парфенов, Е. М. Горячева) на дубликатах проб и рассчитывались как среднее арифметическое их значений в отдельных зёрнах. Всего для определения пробности золота на рудных объектах и россыпях Шаманихо-Столбовского района было исследовано 948 золотинок, в которых проведено 2169 определений золота и серебра. Исследованы микровключения рудных минералов в составе 204 зёрен.

Геолого-структурная позиция и золотоносность Шаманихо-Столбовского рудного района

Шаманихо-Столбовской золотоносный район расположен в среднем течении р. Колыма на междуречье её правых притоков – рек Шаманиха и Большая Столбовая (рис. 1). В геологическом отношении это центральная часть Приколымского складчато-глыбового поднятия – фрагмента краевой зоны Азиатского континента с длительной историей становления и развития. В геолого-структурном отношении поднятие представляет собой сложное сооружение обобщённо антиклинорной морфологии, сочетающее разнопорядковые линейные складчатые, блоковые и покровные структуры. В осевой части поднятия вскрываются мощные терригенные и карбонатно-терригенные формации протерозоя, краевые его зоны сложены в основном терригенно-карбонатными формациями среднего и верхнего палеозоя. Локально развиты мезозойские вулканогенно-терригенные формации и позднемеловые вулканиты.

В пределах Шаманихо-Столбовского золотоносного района повсеместно преобладают интенсивно метаморфизованные терригенные и карбонатно-терригенные породы протерозойского (нижнего) структурного яруса. Отложения средне-позднепалеозойского (среднего) и позднеюрского (верхнего) ярусов имеют ограниченное распространение (рис. 1).

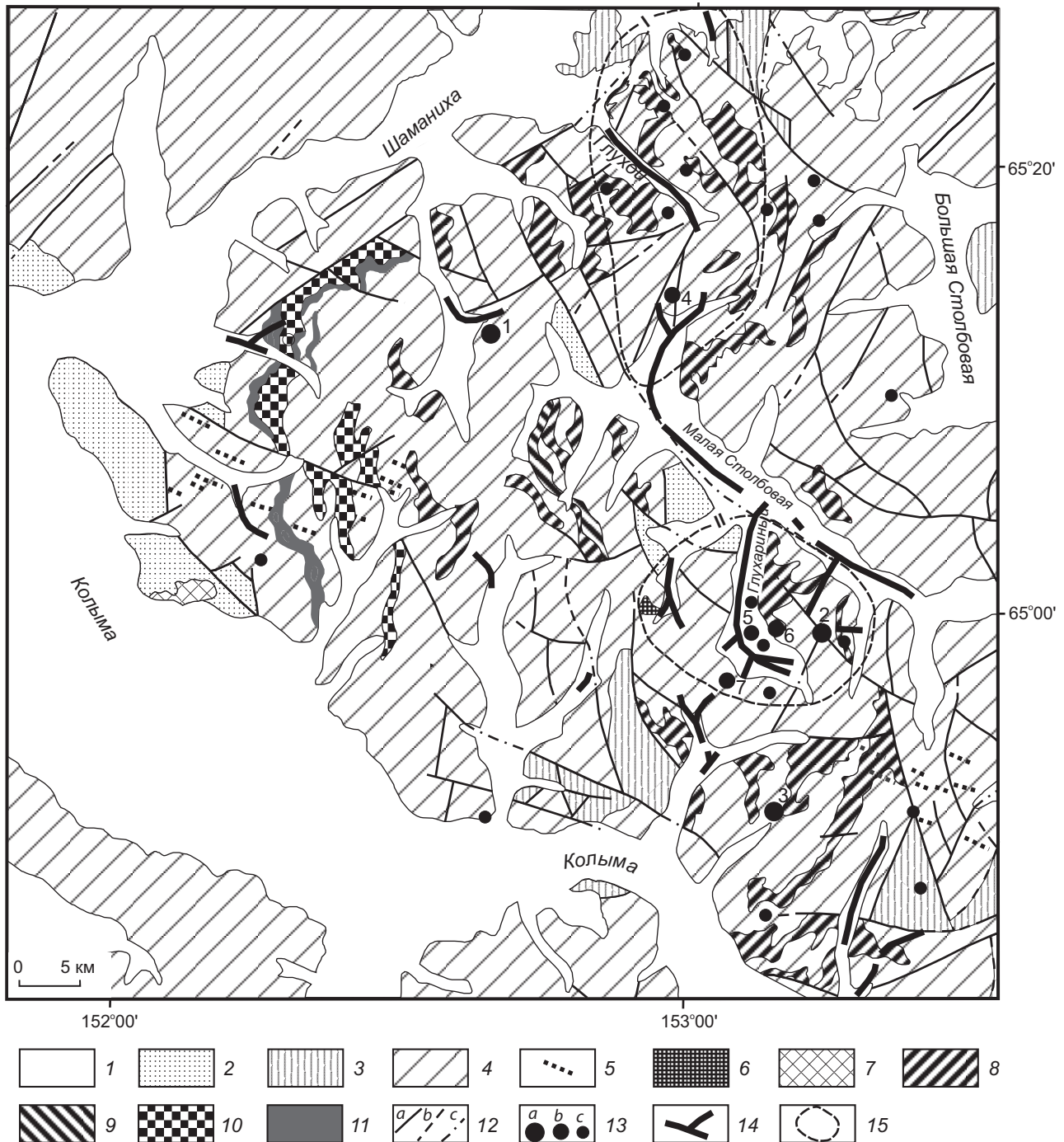
Магматические образования в районе представлены залежами рифейских риолитовых и трахириолитовых порфиров, метаба-

зитов, габбро-диабазов и габбро-амфиболитов хакдонского субвулканического комплекса [4], интрузией гранитов, условно отнесённой к позднемеловому наяханскому комплексу (В. И. Шпикерман и др., 2019 г.), и позднемеловыми дайками долеритов и диоритовых порфиров.

Основная масса рудных и россыпных объектов располагается в Глухаринской золотоносной полосе (зоне), локализованной в восточной части района (рис. 1). Она включает в себя Глухаринский и Глуховской рудные узлы. Расположенная между ними группа россыпей в долине р. Малая Столбовая, которую можно выделить как самостоятельную Мало-Столбовскую рудно-россыпную зону, формировалась за счёт серии рудных проявлений, сосредоточенных в тектонической зоне, осваиваемой этим водотоком.

Выявленные в пределах Шаманихо-Столбовского золотоносного района рудные месторождения и проявления приурочены к выходам протерозойских пород. Рудные поля представляют собой пакеты надвиговых чешуй, осложнённых более поздними разрывами. К ним приурочены зоны прожилково-метасоматического окварцевания (с отдельными мелкими жилами) и сульфидизации (преобладает пирит) в метаморфизованных терригенных и карбонатных породах, риолит-порфирах, дайках метадиабазов [2, 3, 5 и др.]. Рудные тела выделяются по данным опробования. Степень окисления руд по результатам технологических исследований картировочных проб на месторождении Надежда варьирует от 74 до 98 %, на месторождении Тый-Юрья – от 96 до 100 % [2]. Вторичные минералы представлены в основном гидроксидами железа.

О рудно-формационном типе, времени формирования и генезисе золоторудной минерализации существуют различные мнения. Одни исследователи связывают её с проявлением раннепалеозойской (?) автономной тектономагматической активизации и метаморфизмом в период формирования гранито-гнейсового купола [14]. При этом выделяются «собственно» золото-кварцевый метаморфо-



генно-гидротермальный и более поздний золото-кварц-сульфидный постмагматические типы оруденения. Другие исследователи высказывают мнение о парагенетической связи золотого оруденения Шаманихо-Столбовского района с процессами позднемезозойской тектоно-магматической активизации и отно-

сят его к золото-кварцевому малосульфидному [7, 16, 17] или золото-редкометалльному и золото-серебряному [2, 3, 5 и др.] типам.

Выявленные в Шаманихо-Столбовском районе россыпные месторождения в большинстве своём относятся к разряду очень мелких и мелких. Основное количество выявленных

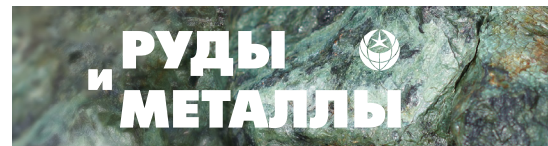


Рис. 1. Геолого-структурная схема Шаманихо-Столбовского золотоносного района (использованы материалы тематических работ [4] с изменениями и дополнениями):

1 – кайнозойские отложения речных долин и впадин; 2–4 – структурные ярусы: 2 – верхний: вулканогенные, вулканогенно-терригенные и грубообломочные терригенные отложения поздней юры, 3 – средний: терригенно-карбонатные, терригенные и вулканогенные отложения среднего и позднего палеозоя, 4 – нижний: интенсивно метаморфизованные терригенные, карбонатно-терригенные и вулканогенные отложения протерозоя; 5 – позднемеловые дайки долеритов и диоритовых порфиров; 6 – позднемеловые граниты; 7 – позднеюрские диабазы и габбро-диориты; 8, 9 – рифейские риолиты, трахириолиты (8), метабазиты, габбро-диабазы и габбро-амфиболиты (9); 10, 11 – раннепротерозойские гнейсограниты (10), габбро-амфиболиты и перидотиты (11); 12 – разрывные нарушения: установленные (а), предполагаемые (b), скрытые под чехлом рыхлых отложений (с); 13 – золоторудные объекты: а – месторождения (1 – Сохатиное, 2 – Надежда, 3 – Тый-Юрья), b – рудопроявления (4 – Тимша, 5 – Глухаринское, 6 – Гольца Глухаринский, 7 – Тёмное), с – пункты минерализации; 14 – россыпи золота; 15 – участки Глуховского (I) и Глухаринского (II) рудных узлов, на рудных и россыпных объектах которых проведено изучение геохимических особенностей самородного золота

Fig. 1. Schematic geological and structural map of the Shamanikha-Stolbovaya gold-bearing region (modified after materials of thematic works [4]):

1 – Cenozoic deposits of river valleys and depressions; 2–4 – structural stages: 2 – upper: volcanogenic, volcanogenic-terrigenous, and coarse-grained terrigenous deposits of the Late Jurassic, 3 – middle: terrigenous-carbonate, terrigenous, and volcanogenic deposits of the Middle and Late Paleozoic, 4 – lower: intensively metamorphosed terrigenous, carbonate-terrigenous, and volcanogenic deposits of the Proterozoic; 5 – Late Cretaceous dikes of dolerites and diorite porphyrites; 6 – Late Jurassic granites; 7 – Late Jurassic diabases and gabbro-diorites; 8, 9 – Riphean rhyolites and trachyrhyolites (8), Riphean metabasites, gabbro-diabases, and gabbro-amphibolites (9); 10, 11 – Early Proterozoic gneiss-granites (10), Early Proterozoic gabbro-amphibolites and peridotites (11); 12 – faults: established (a), inferred (b), hidden under a cover of loose sediments (c); 13 – gold ore objects: a – ore deposits (1 – Sokhatinoe, 2 – Nadezhda, 3 – Tuy-Yurya), b – ore occurrences (4 – Timsha, 5 – Glukharinoe, 6 – Goltza Glukharinyi, 7 – Temnoe), c – mineralization points; 14 – gold placers; 15 – sites of the Glukhovskoe (I) and Glukharinskoe (II) ore clusters, where the geochemical features of native gold were studied

запасов россыпного золота сосредоточено в средних и крупных (Глухаринский, Малая Столбовая) объектах.

Россыпные месторождения района характеризуются широким возрастным и генетическим разнообразием. Здесь присутствуют палеоцен-эоценовые остаточные концентрации кор выветривания, аллювиальные долинские с возрастом от олигоцена до плейстоцена [8] и современные коллювиальные россыпи. Слабая степень обработки металла и его сростки с кварцем указывают на их формирование близ коренных источников.

Геохимические особенности самородного золота Шаманихо-Столбовского рудного района

В настоящей работе рассматриваются геохимические особенности самородного золота россыпных и рудных объектов Глухаринской золотоносной полосы. Исследовано золото Глухаринского и Глуховского рудных узлов

и расположенной между ними группы россыпных месторождений и проявлений в долине р. Малая Столбовая (Мало-Столбовская россыпная зона).

Исследованные рудные объекты в Глухаринском узле относятся к зонам прожилково-метасоматического окварцевания (с отдельными мелкими жилами) в метаморфизованных осадочных породах (месторождение Надежда, рудопроявление Глухаринское), риолит-порфирах (рудопроявление Пионер) и в приконтактной зоне штока гранитов (рудопроявление Хая). По исследованиям протоочных проб в рудах месторождения Надежда распространено среднепробное и высокопробное золото (рис. 2), средняя пробность 925 ‰; на рудопроявлении Пионер – среднепробное с преобладанием зёрен класса 850–900 ‰ (средняя 872 ‰). Геохимический состав рудного золота остался пока не исследованным. Из микровключений выявлены пирит и гидроксиды железа.

Золото из развитых по рудным проявлениям элювиальных образований (элювиальных россыпей) характеризуется более широким колебанием пробности.

На месторождении Надежда в элювиальной россыпи присутствует золото с пробностью от 787 до 974 ‰ (средняя 882 ‰), на рудопроявлении Глухариное – от 796 до 927 ‰ (средняя 859 ‰). В элювиальном золоте, как и в рудном, в составе отдельных золотин со средней пробностью выявляются три фазы: среднепробная (преобладает), высокопробная и весьма высокопробная в виде гипергенных кайм. Редко наблюдаются зёрна блокового строения, состоящие из умеренно высокопробного и высокопробного золота.

Золото из элювиальных развалов на рудопроявлении Хая отличается выдержанностью пробности (854–867 ‰) и однородным составом.

По данным спектрального анализа (рис. 3) для золота из элювиальной россыпи на месторождении Надежда характерны примеси меди (до 0,064 %), железа (до 0,078 %), висмута (до 0,026 %), теллура (до 0,02 %), свинца (до 0,012 %). В незначительных количествах присутствуют марганец (до 0,0015 %) и палладий (до 0,0011 %). Золото с более богатого участка характеризуется более высоким содержанием висмута и теллура. Из рудных минералов в качестве микровключений отмечаются выделения тетрадимита (75 % от всех исследованных микровключений) и пирита.

В аллювиальных россыпях Глухаринского узла присутствует золото с пробностью от 431 до 985 ‰. Довольно определённо выделяются три его генерации: высокой, средней и низкой пробности. В целом при резком преобладании в россыпях золотин со средней и высокой пробностью (преобладают зёрна с пробностью 900–950 ‰) отмечается центр с максимумом развития низкопробного золота.

В группе россыпей Глухаринского узла такой центр развития низкопробного золота включает в себя россыпи руч. Темный и Дорожный и участок россыпи руч. Глухариный в районе этих притоков (рис. 2). Количество зёрен низкопробной генерации здесь в отдельных точках достигает 49,9 %, а в среднем со-

ставляет 20,4 %, тогда как в россыпи руч. Глухариного выше и ниже участка максимального присутствия низкопробного золота, а также в россыпях соседних ручьёв (Надежда, Юный, Хая) золото этой генерации или отсутствует, или содержится в ничтожно малом количестве. Доля же весьма высокопробного золота в них, напротив, достигает 30 %, тогда как на участке распространения низкопробной генерации она не превышает 14,3 %. Изучение распределения разнопробного золота по вертикали разрезов рыхлых отложений на примере верхнего и нижнего пластов руч. Глухариного показало, что нижний пласт характеризуется более высоким содержанием высокопробного золота (рис. 2).

По данным спектрального анализа в золоте аллювиальных россыпей Глухаринского узла установлены медь (до 0,091 %), свинец (до 0,09 %), железо (до 0,079 %), висмут (до 0,035 %), теллур (до 0,035 %), марганец (до 0,0056 %), сурьма (до 0,0022 %). На участке максимального развития низкопробной генерации оно отличается повышенным содержанием свинца и присутствием сурьмы. По разрезу рыхлых отложений в Верхне-Глухаринской впадине верхний пласт характеризуется повышением в самородном золоте концентраций свинца и уменьшением содержания висмута и меди (рис. 3). В качестве микровключений отмечаются главным образом галенит и пирит, в отдельных случаях – мартит, тетрадимит и блеклые руды.

В Глуховском узле исследованные рудные объекты характеризуются зонами и ореолами окварцевания и сульфидизации в кварцитах (рудопроявление Звенящий), хлорит-серицитовых сланцах и риолит-порфирах (рудопроявления Копач, Путаник), дайке метадиабазов (рудопроявление Горняк). Так же, как и в Глухаринском узле, здесь на рудопроявлении Копач среди выделенных из элювиальных образований знаков, наряду с основными среднепробной и высокопробной генерациями золота, присутствуют низкопробные зёрна (рис. 2). На рудопроявлении Звенящий установленные в элювиальных развалах золотины были полностью представлены низкопробными (от 497 до 692 ‰) разностями.

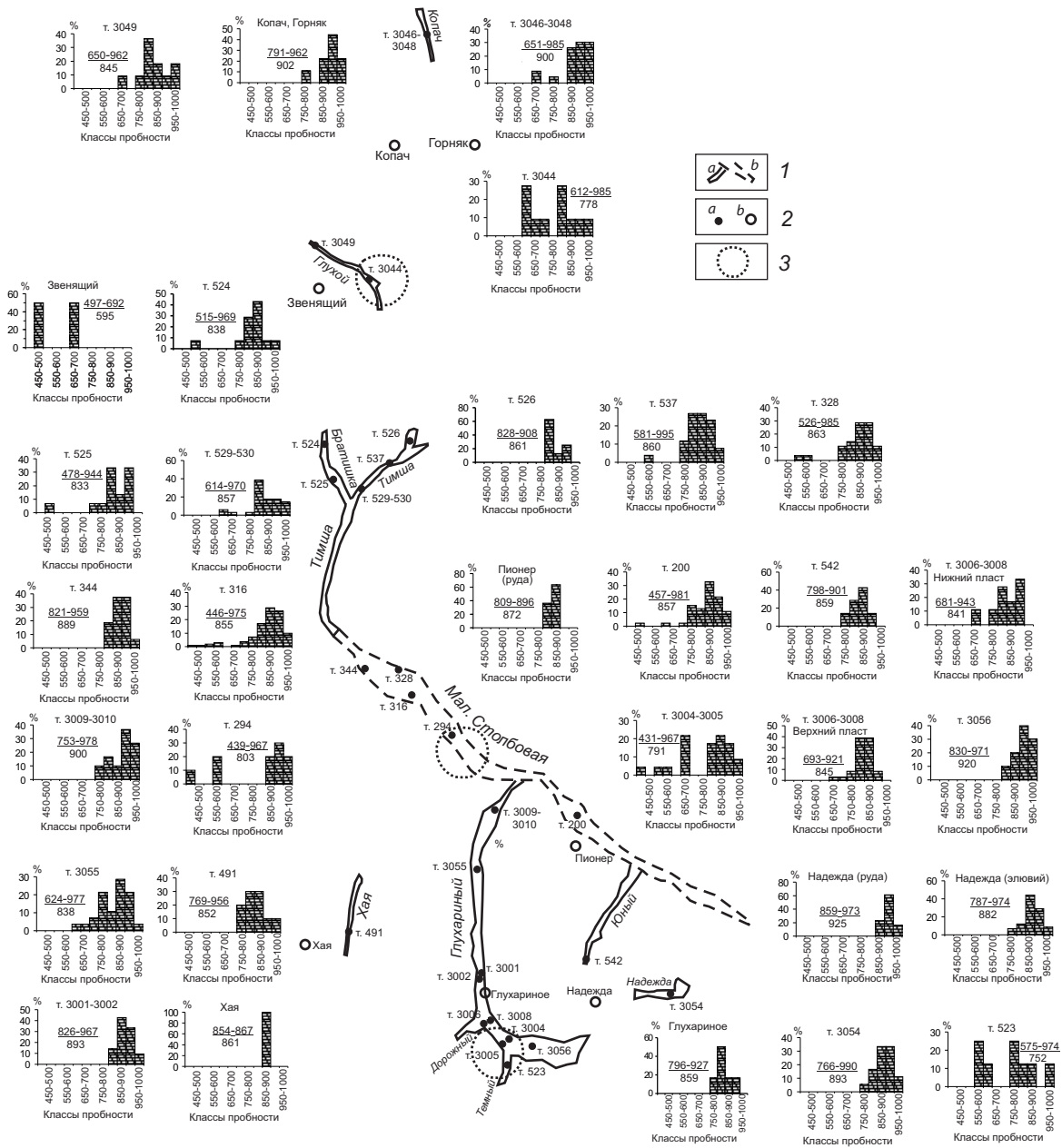


Рис. 2. Пробность самородного золота рудных и россыпных объектов Глукхаринской золотоносной полосы:
 1 – установленные (a) и предполагаемые (b) контуры россыпных месторождений с их названиями; 2 – точки опробования аллювиальных (a) и элювиальных (b) россыпей с номерами точек и названиями рудных объектов; 3 – участки максимального присутствия золота низкопробной генерации.

На гистограммах указаны: номера точек опробования, названия рудных объектов, пределы колебания пробности (числитель) и средняя пробность (знаменатель) самородного золота

Fig. 2. Fineness of native gold from ore and placer gold deposits of the Glukharinyi gold-bearing zone:

1 – established (a) and proposed (b) outlines of placer gold deposits with their names; 2 – sampling points of alluvial (a) and eluvial (b) gold placers with point numbers and names of ore objects; 3 – areas of maximum distribution of the low-fineness gold generation.

The histograms show: sampling point numbers, ore deposit names, gold fineness ranges (above the line) and the average fineness (below the line) of native gold

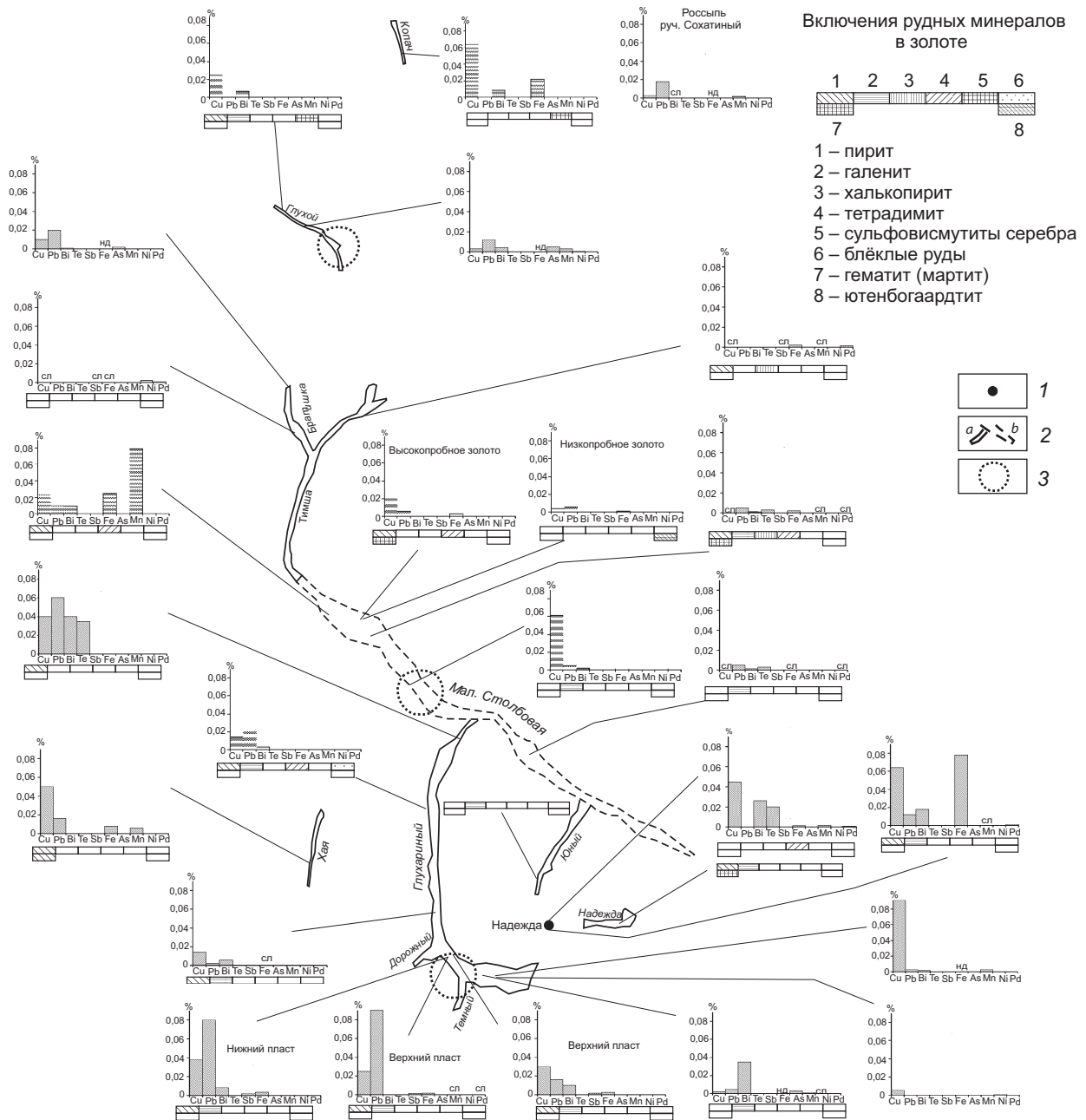


Рис. 3. Микропримеси и микровключения в самородном золоте рудных и россыпных объектов Глухаринской золотоносной полосы (с использованием материалов тематических (К. И. Жилин и др., 1984 г.) работ):

1 – рудное месторождение; 2 – установленные (a) и предполагаемые (b) контуры россыпных месторождений с их названиями; 3 – участки максимального присутствия золота низкопробной генерации; на гистограммах: сл – следы, нд – нет данных

Fig. 3. Microimpurities and microinclusions in native gold of the ore and placer gold deposits of the Glukharininskaya gold-bearing zone (compiled using materials from thematic works (K. I. Zhilin et al., 1984)):

1 – ore deposit; 2 – established (a) and supposed (b) outlines of placer gold deposits with their names; 3 – areas of maximum distribution of low-finesness gold generation. Note: on the histograms – “сл” – traces, “нд” – no data

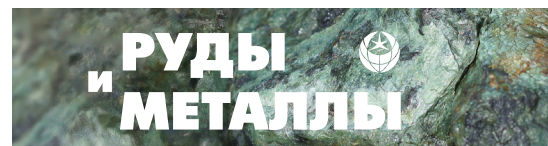


Табл. 1. Геохимическая характеристика самородного золота по золотоносным площадям

Table 1. Geochemical characteristics of native gold by different gold-bearing areas

| Элементы-примеси | Глухаринский узел (14) | | | | Мало-Столбовская зона (7) | | | | Глуховской узел (7) | | | |
|------------------|------------------------------------|-----|-------|--------------------------|------------------------------------|-----|-------|--------------------------|------------------------------------|-----|-------|--------------------------|
| | Содержание элементов-примесей, г/т | | | Частота встречаемости, % | Содержание элементов-примесей, г/т | | | Частота встречаемости, % | Содержание элементов-примесей, г/т | | | Частота встречаемости, % |
| | min | max | сред. | | min | max | сред. | | min | max | сред. | |
| Cu | 55 | 910 | 332 | 100,0 | 37 | 741 | 273 | 100,0 | 30 | 635 | 177 | 100,0 |
| Bi | – | 350 | 82 | 78,6 | – | 110 | 36 | 85,7 | – | 89 | 30 | 71,4 |
| Pb | – | 900 | 241 | 85,7 | 30 | 103 | 59 | 100,0 | – | 200 | 48 | 42,9 |
| Ni | – | 8 | 1 | 14,3 | – | – | – | – | – | 5 | 1 | 14,3 |
| Mn | – | 56 | 9 | 42,9 | – | 787 | 113 | 28,6 | – | 28 | 5 | 42,9 |
| Sb | – | 22 | 4 | 21,4 | – | – | – | – | – | 5 | 1 | 28,6 |
| Te | – | 350 | 26 | 14,3 | – | 31 | 9 | 28,6 | – | – | – | – |
| Pd | – | 11 | 2 | 21,4 | – | 17 | 6 | 71,4 | – | 16 | 3 | 28,6 |
| Fe | – | 780 | 75 | 78,6 | 5 | 250 | 48 | 100,0 | – | 218 | 35 | 85,7 |
| As | – | 30 | 4 | 14,3 | – | – | – | – | – | 20 | 3 | 14,3 |
| Пробность, ‰ | 838 | 925 | 874 | 100,0 | 860 | 895 | 872 | 100,0 | 845 | 900 | 866 | 100,0 |

Примечание. Прочерк – элемент не обнаружен. min и max – минимальные и максимальные концентрации. В скобках – количество проб.

В аллювиальных россыпях Глуховского узла выявлено золото с пробностью 478–944 ‰. Преобладают среднепробные зёрна с пробностью 800–850 ‰.

Центр развития низкопробной генерации золота располагается в верхней части россыпи руч. Глухой. Её доля достигает здесь 29,4 %. В нижней части россыпи и в россыпях соседних ручьёв (Копач, Тимша, Братишка) доля золотин низкопробной генерации уменьшается до 3,7–9,1 %. По данным спектрального анализа самородное золото в Глуховском узле по сравнению с Глухаринским узлом характеризуется более узким спектром элементов-примесей при более низких концентрациях висмута, свинца, меди и железа (табл. 1). В качестве микровключений наряду с галенитом и пиритом выявляются халькопирит, матильдит, павонит (рис. 3).

В исследованных аллювиальных россыпных месторождениях и проявлениях, локализованных в **Мало-Столбовской россыпной зоне**, присутствует золото с пробностью 439–985 ‰ с преобладанием среднепробных и высокопробных его разновидностей (преобладают золоти-

ны с пробностью 850–900 ‰) при подчинённом количестве низкопробных зёрен.

Наибольшее развитие низкопробной генерации золота отмечается в россыпных струях в районе устья руч. Хая (рис. 2). Количество зёрен с низкой пробностью здесь достигает 30 %. На выше- и нижележащих участках выделения этой генерации присутствуют в очень незначительном количестве (до 4,4–7,2 %).

По данным спектрального анализа золото из россыпных месторождений и проявлений в долине р. Малая Столбовая характеризуется повышенным содержанием большинства элементов-примесей по сравнению с золотом россыпей Глуховского и пониженным (за исключением марганца и палладия) по сравнению с золотом Глухаринского узла (табл. 1). Золото низкопробной генерации отличается более бедным спектром и более низкими концентрациями микропримесей меди и железа. В микровключениях среди рудных минералов преобладают галенит и пирит, в подчинённом количестве на отдельных участках отмечаются тетрадимит, халькопирит, мартит, ютенбогаардит.

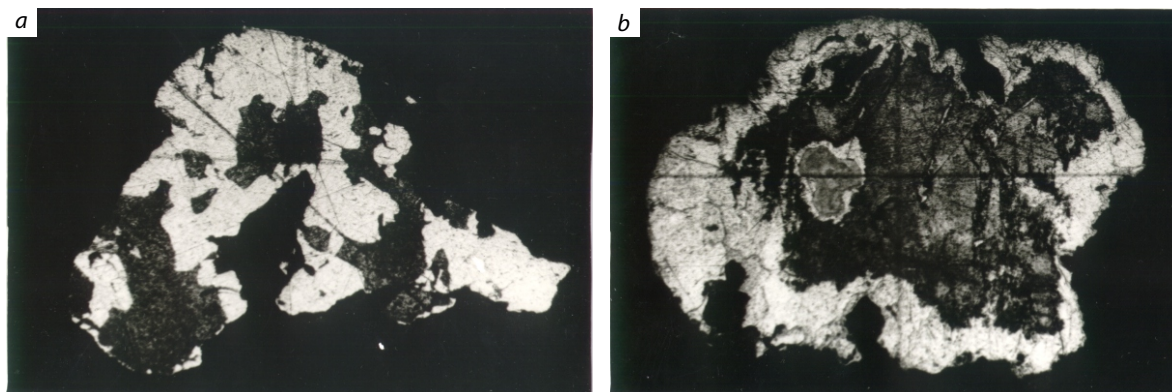


Рис. 4. Двухфазная (светло-серое – высокопробная фаза, тёмно-серое – среднепробная) золотина (а) и высокопробная гипергенная оболочка (светло-серое) на золотине средней пробы (b) из россыпи р. Малая Столбовая: монтированный аншлиф, травление HCl + CrO₃, увеличение 100

Fig. 4. Gold particles from placer of the Malaya Stolbovaya River: (a) two-phase gold particle (light gray is high-fineness phase, dark gray is medium-fineness one) and (b) high-fineness supergene coating shell (light gray) on medium-fineness gold particle. Mounted polished section. Etching with HCl + CrO₃. Magn. 100

По составу низкопробные и весьма высокопробные золотины из аллювиальных россыпных месторождений Глухаринского, Глуховского узлов и Мало-Столбовской зоны относительно однородны. В золотилах средней и высокой пробы, как и в элювиальном золоте, довольно часто выявляются две гипогенные фазы (рис. 4, а) с перепадом пробы до 150 ‰. Достаточно широко распространены гипергенные весьма высокопробные каймы и межзерновые прожилки (рис. 4, б). Максимальную степень развития они имеют в низкопробных золотилах. У них же отмечаются высокопробные микропористые участки с заполненными гидроксидами железа порами. Золото с гипергенными преобразованиями наиболее распространено в россыпях р. Малая Столбовая и руч. Глухариный.

В целом можно отметить, что в рудных и россыпных месторождениях Глухаринской золотоносной полосы выделяется три типа золота: преимущественно высокопробное с пиритом и гематитом; преимущественно среднепробное с полисульфидной минерализацией и низкопробное с сульфовисмутитами и сульфидами серебра (табл. 2). При этом первый тип характерен для руд, элювиальных и аллювиальных россыпей, второй – лишь в отдельных случаях для руд, частично для элювиаль-

ных и главным образом аллювиальных россыпей, а третий – главным образом для аллювиальных россыпей.

Сравнительный анализ типоморфных свойств самородного золота коренных и россыпных объектов указывает на достаточно определённую связь россыпей с выявленными рудопроявлениями и месторождениями, представляющими в большинстве случаев корневые части рудных систем. Их сэродированные части характеризуются золото-серебряно-полисульфидной и золото-полисульфидной специализацией, в то время как нижние (сохранившиеся) представлены преимущественно золото-гематит-пиритовой минерализацией. Основную роль в питании россыпей играло оруденение с золото-полисульфидной специализацией.

Типохимизм самородного золота Шаманихо-Столбовского рудного района

С целью уточнения представлений о формационном типе золотого оруденения Шаманихо-Столбовского района проведён сравнительный анализ геохимических особенностей распространённого в нём самородного золота с геохимическими особенностями золота молибден-медно-порфировой и золото-кварцевой

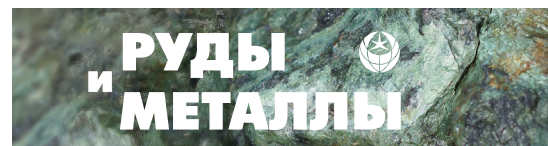


Таблица 2. Геохимические особенности самородного золота минеральных типов оруденения

Table 2. Geochemical features of native gold of the ore mineralization mineral types

| Минеральный тип оруденения | Пробность золота | Основные микропримеси | Микровключения |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---|
| Золото-гематит-пиритовый | Преимущественно высокопробное | Cu, Pb, Bi, Fe | Пирит , гематит, <i>тетрадимит</i> |
| Золото-полисульфидный | Преимущественно среднепробное | Cu, Pb, Bi, Fe | Пирит, галенит, <i>гематит, тетрадимит, халькопирит</i> |
| Золото-серебряно-полисульфидный | Преимущественно низкопробное | Cu, Pb, Bi, Fe | Пирит, галенит , <i>павонит, матильдит, тетраэдрит, ютенбогаардтит</i> |

Примечание. Жирным шрифтом указаны элементы и минералы, присутствующие в повышенном количестве, курсивом – в пониженном.

формаций соответственно Тополево-Хетачанского и Центрально-Колымских рудных районов. Образцы золота из них анализировались в Центральной лаборатории бывшего объединения «Севостгеология» по методике И. П. Ланцева (г. Магадан, аналитик Н. П. Оверченко).

Для типизации самородного золота по его геохимическим особенностям в статистическую обработку результатов микроспектрального анализа образцов самородного золота по всем трём районам** были включены Cu, Bi, Pb, Ni, Mn, Sb, Te, Pd, Fe, As, а также пробность золота, установленная на дубликатах образцов с помощью микрозондовых анализаторов.

Средствами пакета прикладных программ «Leader» комбинированными методами кластер-анализа по комплексу элементов-примесей проведена типизация самородного золота (Аналитический центр СВКНИИ ДВО РАН, оператор – ведущий инженер С. Г. Морозова) и выделено семь его геохимических типов.

Для характеристики геохимической специализации выделенных типов самородного золота использован показатель (Δ) – нормированное отклонение содержания элементов в данном геохимическом типе самородного золота. Он рассчитывался по формуле:

$$\Delta = \ln (C_b / C_o),$$

** Использовались результаты микроспектрального анализа образцов, проанализированных по методике И. П. Ланцева.

где C_b и C_o – соответственно средние значения концентраций элемента в данном геохимическом типе и во всей совокупности проб (среднее между всеми геохимическими типами). Этот показатель указывает на индикаторную роль элементов в геохимических типах самородного золота. Если среднее содержание элемента в геохимическом типе превышает его среднее содержание во всей совокупности проб, то их отношение больше 1, а показатель нормированного отклонения имеет положительное значение. Чем он больше, тем более высокую индикаторную роль играет элемент в данном геохимическом типе.

Индикаторная роль элементов в выделенных геохимических типах самородного золота показана на рис. 5.

Индикаторная значимость геохимических типов самородного золота в рассматриваемых районах определялась по показателю k – средневзвешенной доле проб золота данного геохимического типа в рудных и россыпных проявлениях данного золотоносного района. Он рассчитывался по формуле [11]:

$$k = \ln [(n_{m,r} \times N) / (n_r \times n_m)],$$

где $n_{m,r}$ – число проб золота данного геохимического типа в золотоносных объектах данного района; N – общее число проанализированных проб золота; n_r – число проб золота в целом по геохимическим типам; n_m – то же по районам. Геохимические типы золота

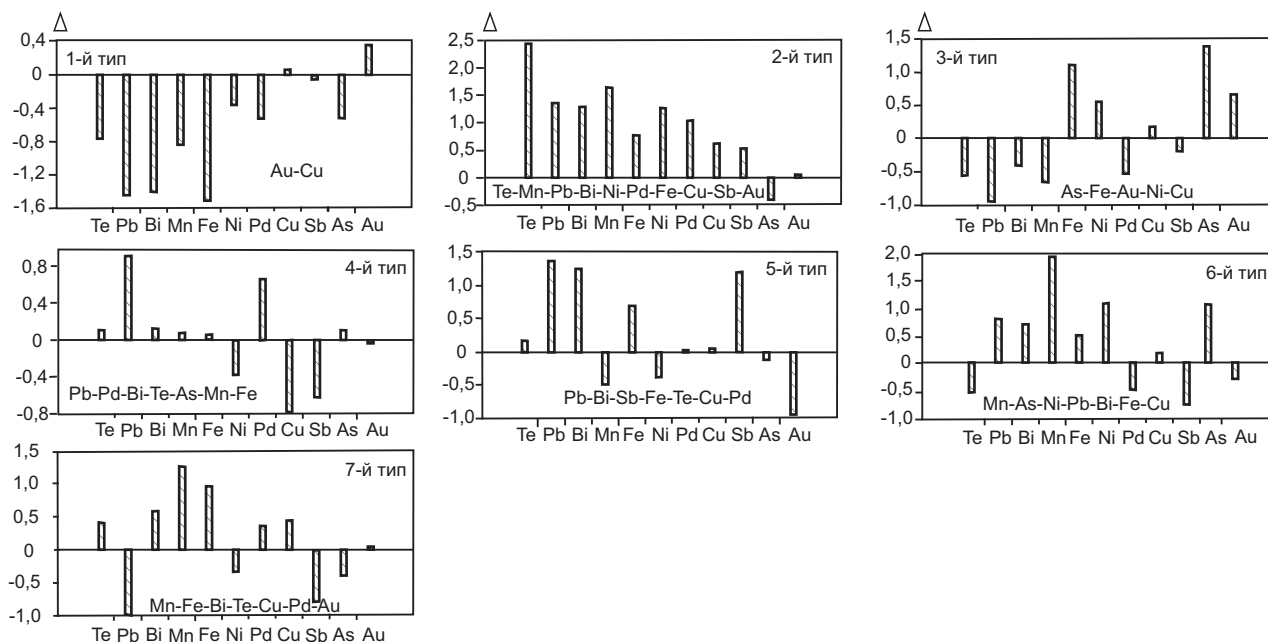


Рис. 5. Индикаторная роль элементов в установленных геохимических типах самородного золота:

Δ – нормированное отклонение содержания элементов в геохимических типах самородного золота. В надписях на диаграммах – элементы, играющие положительную индикаторную роль, расположенные в порядке убывания значений их Δ

Fig. 5. Indicator role of elements in established geochemical types of native gold:

Δ – normalized deviation of the content of elements in geochemical types of native gold. In the inscriptions on the diagrams, elements playing a positive indicator role are arranged in descending order of their Δ

с положительным значением показателя k являются статистически значимыми («законными») в золотоносных объектах рассматриваемых рудных районов. Чем выше значение показателя, тем большую индикаторную роль (как индикаторный признак) играет данный геохимический тип золота в золотоносных объектах характеризуемого района.

Распределение геохимических типов золота в золотоносных объектах рассматриваемых рудных районов и значения показателей их средневзвешенной доли приведены в таблице 3.

Как следует из таблицы 3, по роли геохимических типов самородное золото Шаманихо-Столбовского района отличается и от самородного золота Центрально-Колымских золото-кварцевых объектов, и от золота молибден-медно-порфировых проявлений Тополево-Хетачанского рудного района. Индикаторным для Шаманихо-Столбовского района

является золото четвертого (с марганец-мышьяк-теллур-висмут-палладий-свинцовой специализацией) и шестого (с железо-висмут-свинец-никель-мышьяк-марганцевой специализацией) типов, несвойственных орудуению Центрально-Колымских и Тополево-Хетачанского районов.

По результатам корреляционного анализа и метода главных компонент в самородном золоте Шаманихо-Столбовского района в тесной корреляционной связи с его пробностью находятся теллур и висмут*** (рис. 6). Это также отличает самородное золото Шаманихо-Столбовского района от самородного золота рудных объектов золото-кварцевого формационного типа Центральной Колымы (пробность

*** Мерой связи между элементами служит коэффициент корреляции, который численно равен косинусу угла между радиусами, проведенными из центра круга к соответствующим фигуративным точкам элементов [12].

Таблица 3. Распределение геохимических типов самородного золота по золотоносным районам

Table 3. Distribution of geochemical types of native gold by gold-bearing regions

| Золотоносный район | Геохимический тип самородного золота | | | | | | | n_m |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| | 1-й | 3-й | 4-й | 6-й | 5-й | 7-й | 2-й | |
| Центрально-Колымские | $\frac{23}{\mathbf{0,74}}$ | $\frac{6}{\mathbf{0,63}}$ | $\frac{1}{-1,70}$ | – | $\frac{1}{-1,61}$ | – | – | 31 |
| Шаманихо-Столбовской | $\frac{1}{-1,84}$ | $\frac{1}{-0,62}$ | $\frac{10}{\mathbf{1,15}}$ | $\frac{3}{\mathbf{1,04}}$ | $\frac{2}{-0,38}$ | $\frac{1}{-0,06}$ | – | 18 |
| Тополево-Хетачанский | – | – | $\frac{1}{-1,21}$ | $\frac{1}{-0,11}$ | $\frac{8}{\mathbf{0,96}}$ | $\frac{3}{\mathbf{0,99}}$ | $\frac{6}{\mathbf{1,27}}$ | 19 |
| n_r | 24 | 7 | 12 | 4 | 6 | 4 | 11 | 68 |

Примечание. В числителе число проб (шт.), в знаменателе – показатель средневзвешенной доли проб золота данного геохимического типа в золотоносных объектах данного золотоносного района k ; n_r – число проб (шт.) в целом по геохимическим типам; n_m – то же по золотоносным районам. Положительные значения k выделены жирным шрифтом. Прочерк – данный геохимический тип самородного золота не установлен.

золота коррелируется с медью и никелем) и молибден-медно-порфировых проявлений Тополево-Хетачанской зоны (в корреляционной связи с пробностью золота находятся медь и марганец) и указывает на золото-редкометалльную специализацию развитых в районе рудных систем, связанных с гранитными интрузиями.

В целом можно отметить, что явно выраженная зональность развития оруденения в единых рудных системах, наличие двухфазного строения золотин, состав микропримесей и микровключений в самородном золоте и золото-редкометалльная специализация роднят проявленное в Шаманихо-Столбовском районе оруденение с золоторудными системами, связанными с восстановленными гранитоидами [9]. Источником его в золоторудных узлах, очевидно, являлись устанавливаемые по геофизическим данным невоскрываемые гранитоидные массивы.

Закключение

Полученная характеристика геохимических особенностей самородного золота Шаманихо-Столбовского района в совокупности с данными о составе распространенных в нём микровключений указывает, что развитое в этом районе золотое оруденение может быть отнесено к классу месторождений золота, связанных с восстановленными гранитоидами. В англоязычной геологической литературе они обозначаются аббревиатурой RIRGD (Reduced In-

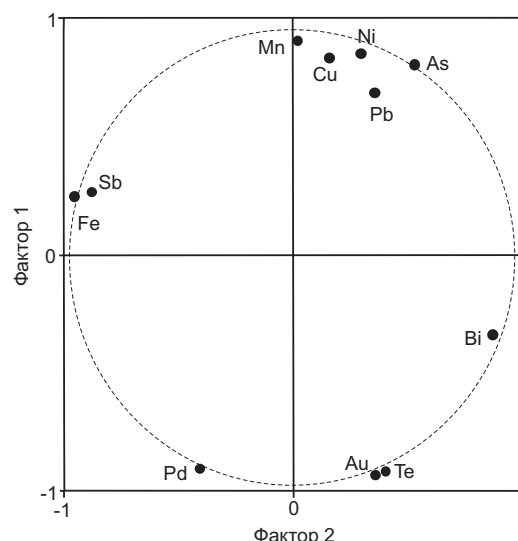


Рис. 6. Структура комплекса элементов-примесей в самородном золоте Шаманихо-Столбовского рудного района в координатах главных факторов

Fig. 6. Structure of the complex of impurity elements in native gold of the Shamanikha-Stolbovaya ore region in coordinates of the main factors

trusive Related Gold Deposit) [18 и др.]. Свойственная для них зональность оруденения в Шаманихо-Столбовском районе выражается в смене золото-гематит-пиритового типа минерализации золото-полисульфидным и золото-серебряно-полисульфидным. Они характеризуются соответственно преимущественно высокопробной, среднепробной и низкопробной генерациями самородного золота, высокой частотой встречаемости и повышенным

содержанием меди, свинца, висмута и железа. Геохимическая зональность оруденения проявляется в повышении в самородном золоте золото-серебряно-полисульфидного типа минерализации концентраций свинца и уменьшении содержаний висмута и железа. Основную роль в питании россыпей играло оруденение с золото-полисульфидной специализацией.

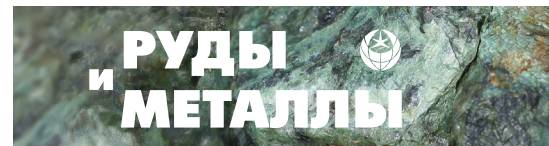
Индикаторным по геохимической типизации в золоторудных и россыпных объектах Шаманиха-Столбовского района является золо-

то с марганец-мышьяк-теллур-висмут-палладий-свинцовой и с железо-висмут-свинец-никель-мышьяк-марганцевой специализацией при общем золото-редкометалльном характере рудных систем.

Выявленные геохимические особенности самородного золота RIRGD-систем Шаманихо-Столбовского рудного района могут использоваться при прогнозе новых рудных объектов подобного типа и оценке степени их эродированности.

Список литературы

1. Бирюков А. А. Типоморфизм самородного золота месторождения Надежда (Магаданская область) // Геология, география, биологическое разнообразие и ресурсы Северо-Востока России: Материалы III Всероссийской конференции, посвящённой памяти А. П. Васьяковского и в честь его 105-летия (Магадан, 12–14 октября 2016 г.); [отв. ред. Н. А. Горячев]. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2016. – С. 104–106.
2. Бирюков А. А. Минералого-генетические аспекты золоторудных объектов в пределах Глухаринского рудно-россыпного узла // Научная молодежь – Северо-Востоку России: Материалы VII Межрегиональной конференции молодых ученых. – Магадан : ООО «Типография», 2018. – С. 6–11.
3. Бирюков А. А., Михалицына Т. И., Фомина М. И. Геологическое строение и минералого-петрографическая характеристика рудопроявления Темный // Чтения памяти акад. К. В. Симакова: Материалы докладов Всероссийской научной конференции. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2013. – С. 77–79.
4. Геологическая карта и Карта полезных ископаемых Колымо-Омолонского региона. Масштаб 1 : 500 000 / Отв. исполнитель В. М. Кузнецов. – Магадан : Комитет природных ресурсов по Магаданской области; СевВостНИЦМИС. 1998.
5. Глухов А. Н. Геологическое строение и состав руд золоторудного месторождения Надежда (Магаданская область) // Отечественная геология. – 2013. – № 4. – С. 7–17.
6. Глухов А. Н., Савва Н. Е., Буляков Г. Х., Фомина М. И., Бирюков А. А. Самородное золото в рудах и россыпях Глухаринского узла, Магаданская область // Руды и металлы. – 2018. – № 2. – С. 55–64.
7. Горячев Н. А., Жилин К. И. Самородное золото одного из районов центрального Приколымья // Полезные ископаемые Якутии: Бюллетень научно-технической информации. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1984. – С. 15–16.
8. Казанцев А. С., Жарикова Л. П. Стратиграфия рыхлых отложений правобережья р. Колымы // Кайнозой Восточной Якутии. – Якутск : ЯНЦ СО АН СССР, 1980. – С. 76–86.
9. Литвиненко И. С., Шилина Л. А. Золотое оруденение Нижне-Мякитского рудно-россыпного узла // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2022. – № 2. – С. 26–44.
10. Оверченко Н. П., Приставко В. А., Есипенко А. Г., Козырева Т. П. Определение примесей в природных золотинах «ЭКСА-Au» // Геология, география, биологическое разнообразие и ресурсы Северо-Востока России: Материалы Дальневосточной региональной конференции, посвящённой памяти А. П. Васьяковского и в честь его 100-летия (Магадан, 22–24 ноября 2011 г.). – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2011. – С. 45–46.
11. Приставко В. А., Пляшкевич А. А., Морозова С. Г. Геолого-геохимические типы руд и метасоматитов месторождения Нодди (Южно-Омолонский рудный район) // Геодинамика, магматизм и минералогия континентальных окраин Севера Тихоокеанского региона: Материалы Всероссийского совещания, посвящённого 90-летию академика Н. А. Шило (XII годичное собрание Северо-Восточного отделения ВМО). Магадан, 3–6 июня 2003 г. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – Том 3. – С. 136–139.
12. Приставко В. А., Пляшкевич А. А., Трушнин А. В., Морозова С. Г. Распределение ареалов комплексного оруденения по геохимическим данным



- (Омсукчанский район) // Проблемы металлогении рудных районов Северо-Востока России: сборник научных трудов. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2005. – С. 220–233.
13. Савва Н. Е., Бирюков А. А., Глухов А. Н. Типоморфизм самородного золота Глухаринского рудно-россыпного узла (Магаданская область) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2018. – № 2. – С. 18–28.
 14. Садовский А. И., Шашурина И. Т., Шишкин В. А. О новом перспективном типе золотого оруденения в Шаманихо-Столбовском узле // Колыма. – 1975. – № 11. – С. 42–44.
 15. *Спектрографическое определение элементов-примесей в самородном золоте. Инструкция № 141-С.* – М. : ВИМС, 1976. – 41 с.
 16. Федотов А. И. К вопросу о возрасте золотого оруденения Шаманихо-Столбовского района // Колыма. – 1964. – № 7. – С. 41–43.
 17. Флеров И. Б., Шишкин В. А., Шашурина И. Т. О морфологии и возрасте золоторудных тел Шаманихо-Столбовского района // Колыма. – 1970. – № 11. – С. 41–42.
 18. Thompson J. F. H., Newberry R. J. Gold deposits related to reduced granitic intrusions // Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology. – 2000. – V. 13. – P. 377–400.
- ## References
1. Biryukov A. A. Tipomorfizm samorodnogo zolota mestorozhdeniya Nadezhda (Magadanskaya oblast') [Typomorphism of native gold of the Nadezhda deposit (Magadan region)]. In: Geologiya, geografiya, biologicheskoye raznoobraziye i resursy Severo-Vostoka Rossii: Materialy III Vserossiyskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati A. P. Vas'kovskogo i v chest' yego 105-letiya (Magadan, 12–14 oktyabrya 2016 g.); otv. red. N. A. Goryachev [Geology, geography, biological diversity and resources of the North-East of Russia: Proceedings of the III All-Russian conference dedicated to the memory of A. P. Vas'kovsky and in honor of his 105th anniversary (Magadan, October 12–14, 2016); ed. N. A. Goryachev], Magadan, NEISRI FEB RAS Publ., 2016, pp. 104–106.
 2. Biryukov A. A. Mineralogo-geneticheskiye aspekty zolotorudnykh ob'yektov v predelakh Glukharinskogo rudno-rossypnogo uzla [Mineralogical and genetic aspects of gold ore objects within the Glukharinsky ore-placer cluster]. In: Nauchnaya molodezh' – Severo-Vostoku Rossii: Materialy VII Mezhhregional'noy konferentsii molodykh uchenykh [Scientific youth – to the North-East of Russia: Proceedings of the VII Interregional Conference of Young Scientists], Magadan, ООО «Типография», 2018, pp. 6–11.
 3. Biryukov A. A., Mikhalytsyna T. I., Fomina M. I. Geologicheskoye stroyeniye i mineralogo-petrograficheskaya kharakteristika rudoproyavleniya Temnyu [Geological structure and mineralogical and petrographic characteristics of the Temny ore occurrence]. In: Chteniya pamyati akad. K. V. Simakova: Materialy dokladov Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii [Readings in memory of academician K. V. Simakov: Proceedings of the reports of the All-Russian scientific conference], Magadan, NESCFEB RAS Publ., 2013, pp. 77–79.
 4. Fedotov A. I. K voprosu o vozraste zolotogo orudeneniya Shamanikho-Stolbovskogo rayona [On the age of gold mineralization in the Shamanikho-Stolbovsky region], *Kolyma [Kolyma]*, 1964, No 7, pp. 41–43. (In Russ.)
 5. Flerov I. B., Shishkin V. A., Shashurina I. T. O morfologii i vozraste zolotorudnykh tel Shamanikho-Stolbovskogo rayona [On the morphology and age of gold ore bodies of the Shamanikho-Stolbovsky region], *Kolyma [Kolyma]*, 1970, No 11, pp. 41–42. (In Russ.)
 6. Geologicheskaya karta i Karta poleznykh iskopayemykh Kolymo-Omolonskogo regiona. Masshtab 1 : 500 000 / Otv. ispolnitel' V. M. Kuznetsov [Geological map and map of useful minerals of the Kolyma-Omolon region. Scale 1 : 500 000 / Responsible executor V. M. Kuznetsov], Magadan, Committee for Natural Resources of the Magadan Region, SevVostNITsMIS, 1998.
 7. Glukhov A. N. Geologicheskoye stroyeniye i sostav rud zolotorudnogo mestorozhdeniya Nadezhda (Magadanskaya oblast') [Geological structure and composition of ores of the Nadezhda gold deposit (Magadan region)], *Otechestvennaya geologiya [National geology]*, 2013, No 4, pp. 7–17. (In Russ.)
 8. Glukhov A. N., Savva N. E., Bulyakov G. Kh., Fomina M. I., Biryukov A. A. Samorodnoye zoloto v rudakh i rossypyakh Glukharinskogo uzla, Magadanskaya oblast' [Native gold from lodes and placers of the Glukhariny mining camp, Magadan region], *Rudy i metally [Ores and metals]*, 2018, No 2, pp. 55–64. (In Russ.)

9. Goryachev N. A., Zhilin K. I. Samorodnoye zoloto odnogo iz rayonov tsentral'nogo Prikolym'ya [Native gold of one of the districts of central Prikolymye]. In: Poleznyye iskopayemyye Yakutii: Byulleten' nauchno-tekhnicheskoy informatsii [Mineral resources of Yakutia: Bulletin of scientific and technical information], Yakutsk, YaB SB AS USSR Publ., 1984, pp. 15–16.
10. Kazantsev A. S., Zharikova L. P. Stratigrafiya rykhlykh otlozheniy pravoberezh'ya r. Kolymy [Stratigraphy of loose deposits of the right bank of the river Kolyma]. In: Kaynozoy Vostochnoy Yakutii [Cenozoic of Eastern Yakutia], Yakutsk, YaSC SB AS USSR Publ., 1980, pp. 76–86.
11. Litvinenko I. S., Shilina L. A. Zolotoye orudeniye Nizhne-Myakitskogo rudno-rossypnogo uzla [Gold mineralization of the Nizhne-Myakitsky ore-placer cluster], *Vestnik SVNTS DVO RAN* [Bulletin of the NESCI FEB RAS], 2022, No 2, pp. 26–44. (In Russ.)
12. Overchenko N. P., Pristavko V. A., Esipenko A. G., Kozyreva T. P. Opredeleniye primesey v prirodnykh zolotinakh «EKSA-Au» [Determination of impurities in natural gold particles "EKSA-Au"]. In: Geologiya, geografiya, biologicheskoye raznoobrazie i resursy Severo-Vostoka Rossii: materialy Dal'nevostochnoy regional'noy konferentsii, posvyashchennoy pamyati A. P. Vas'kovskogo i v chest' yego 100-letiya (Magadan, 22–24 noyabrya 2011 g.) [Geology, geography, biological diversity and resources of the North-East of Russia: Proceedings of the Far Eastern regional conference dedicated to the memory of A. P. Vas'kovsky and in honor of his 100th anniversary (Magadan, November 22–24, 2011)], Magadan, NEISRI FEB RAS Publ., 2011, pp. 45–46. (In Russ.)
13. Pristavko V. A., Plyashkevich A. A., Morozova S. G. Geologo-geokhimicheskiye tipy rud i metasomatitov mestorozhdeniya Noddi (Yuzhno-Omolonskiy rudnyy rayon) [Geological and geochemical types of ores and metasomatites of the Noddi deposit (South Omolon ore region)]. In: Geodinamika, magmatizm i minerageniya kontinental'nykh okrain Severa Patsifiki : Materialy Vserossiyskogo soveshchaniya, posvyashchennogo 90-letiyu akademika N. A. Shilo (XII godichnoye sobraniye Severo-Vostochnogo otdeleniya VMO). Magadan, 3–6 iyunya 2003 g. [Geodynamics, magmatism and minerageny of the continental margins of the North Pacific: Proceedings of the All-Russian meeting dedicated to the 90th anniversary of Academician N. A. Shilo (XII annual meeting of the North-Eastern Branch of the WMO). Magadan, June 3–6, 2003], Magadan, NEISRI FEB RAS Publ., 2003, Vol. 3, pp. 136–139.
14. Pristavko V. A., Plyashkevich A. A., Trushnin A. V., Morozova S. G. Raspredeleniye arealov kompleksnogo orudneniya po geokhimicheskim dannym (Omsukchanskiy rayon) [Distribution of areas of complex mineralization based on geochemical data (Omsukchan district)]. In: Problemy metallogenii rudnykh rayonov Severo-Vostoka Rossii: sbornik nauchnykh trudov [Problems of metallogeny of ore regions of North-East Russia: collection of scientific papers], Magadan, NEISRI FEB RAS Publ., 2005, pp. 220–233.
15. Savva N. E., Biryukov A. A., Glukhov A. N. Tipomorfizm samorodnogo zolota Glukharinskogo rudno-rossypnogo uzla (Magadanskaya oblast') [Typomorphism of native gold of the Glukharinsky ore-placer cluster (Magadan region)], *Vestnik SVNTS DVO RAN* [Bulletin of the NESCI FEB RAS], No 2, 2018, pp. 18–28. (In Russ.)
16. Sadovsky A. I., Shashurina I. T., Shishkin V. A. O novom perspektivnom tipe zolotogo orudneniya v Shamanikho-Stolbovskom uzle [On a new promising type of gold mineralization in the Shamanikho-Stolbovsky cluster], *Kolyma* [Kolyma], 1975, No 11, pp. 42–44. (In Russ.)
17. Spektrograficheskoye opredeleniye elementov primesey v samorodnom zolote. Instruksiya № 141-S [Spectrographic determination of impurity elements in native gold. Instruction No 141-S], Moscow, VIMS Publ., 1976, 41 p.
18. Thompson J. F. H., Newberry R. J. Gold deposits related to reduced granitic intrusions, Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology, 2000, Vol. 13, pp. 377–400.

Литвиненко Иван Степанович (Litvinenko@neisri.ru)

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

ФГБУН Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт
им. Н. А. Шило ДВО РАН, г. Магадан, Россия

Ivan Stepanovich Litvinenko

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher

N. A. Shilo North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute (NEISRI), FEB RAS,
Magadan, Russia