

Типоморфизм мелкого россыпного золота и потенциальные коренные источники Анабарского россыпного района (северо-восток Сибирской платформы)

Б.Б. Герасимов^{1,*}, Р.Ю. Желонкин², А.Л. Земнухов²

¹Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия

²АО «Алмазы Анабара», Якутск, Россия

*Bgerasimov@yandex.ru

Аннотация. Изучены типоморфные особенности россыпного золота бассейнов рек Анабар и Большая Куонамка с целью определения его индикаторных признаков для прогнозирования потенциальных коренных источников. Обосновано, что основными источниками золота являются золотоносные промежуточные коллекторы. Индикаторными типоморфными признаками данного золота являются: мелкий размер (–0,5 мм), чешуйчатая и пластинчатая форма, грубошагреневая поверхность с отпечатками вдавливания минералов и высокая пробность (900–999 ‰). Наиболее информативная особенность – его весьма измененное внутреннее строение, представленное структурами грануляции и перекристаллизации. Наряду с этим обнаружено золото рудного облика ближнего сноса. Характерные признаки данного золота – весьма мелкий размер (–0,2 мм) и угловато-комковидные формы индивидов, практически необработанная пористая поверхность, широкий диапазон вариаций (535–999 ‰) пробности, крайне неоднородный химический состав и сложное многофазное внутреннее строение. Это свидетельствует о наличии близлежащих коренных источников. Последними могли служить гидротермально-метасоматические образования с вкрапленным золотосульфидным оруденением, обнаруженные нами на участках тектонической трещиноватости карбонатных пород, развитых в зонах разломов. По эпигенетическим минеральным ассоциациям выделяются кварц-калийшпатовые и кремнисто-кварцевые гидротермально-метасоматические образования. Рудная минерализация вкрапленного типа представлена золотом, пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом и серебром. Самородное золото обнаружено в свободном виде, а также в ассоциации с пиритом (кварцевые метасоматиты) и калиевым полевым шпатом (калийшпатовые метасоматиты). Таким образом, впервые на изученной территории обнаружены и детально изучены приразломные гидротермально-метасоматические образования с золотосульфидным вкрапленным оруденением. В результате выполненных исследований выявлены индикаторные типоморфные признаки мелкого золота ближнего сноса для этих предполагаемых коренных источников.

Ключевые слова: Анабарский россыпной район, россыпное золото, типоморфные особенности, промежуточные коллекторы, гидротермально-метасоматические образования, вкрапленная минерализация, коренные источники золота.

Благодарности. Работа выполнена по государственному заданию ИГАБМ СО РАН и частично в рамках гранта РФФИ № 18-45-140018.

Введение

Район исследований находится на северо-востоке Сибирской платформы и занимает бассейны рек Большая и Малая Куонамка, дренирующих восточное обрамление Анабарского щита, а также бассейн р. Анабар, притоки которого протекают главным образом по карбонатным породам кембрийского возраста (рис. 1). Здесь известны многочисленные комплексные золото-алмазоносные россыпи [1–4]. Одна из важнейших

нерешенных проблем – установление коренных источников мелкого золота [5]. В связи с этим актуально изучение комплекса типоморфных признаков россыпного золота как показателя вероятного типа источника. Для достижения поставленной цели исследованы типоморфизм золота р. Биллях (приток р. Анабар) и руч. Небайбыт (приток р. Большая Куонамка), а также гидротермально-метасоматические образования, локализованные в зонах разломов.

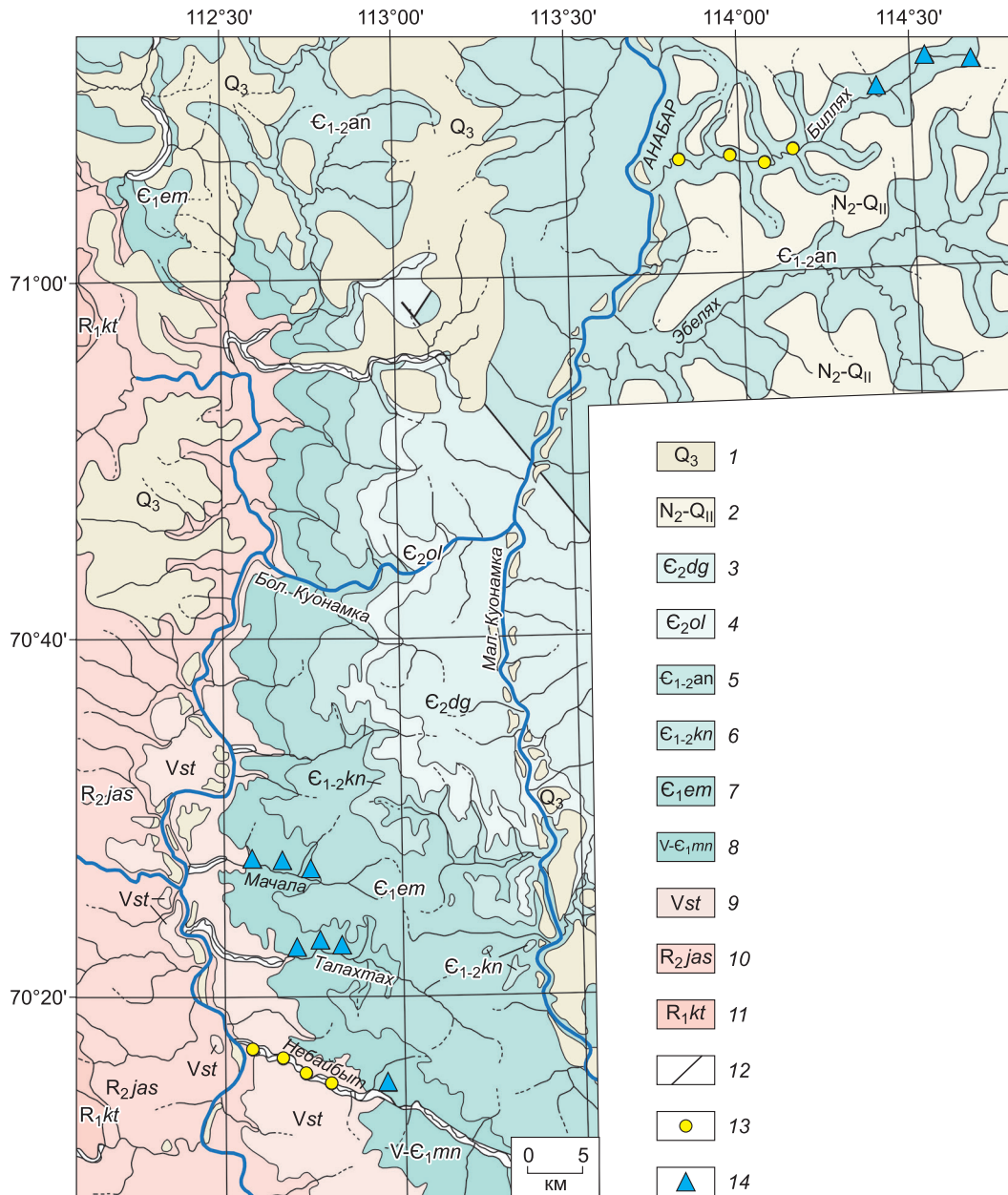


Рис. 1. Схема геологического строения Анабарского россыпного района [9, 16].

1 – аллювиальные отложения четвертичного возраста; 2 – неоген-четвертичные галечники; 3–7 – отложения кембрийского возраста (3 – известняки джахтарской, 4 – доломитистые известняки и мергели оленекской, 5 – доломиты анабарской, 6 – битуминозные известняки, кремнистые и известковистые аргиллиты и алевролиты куонамской, 7 – глинистые, доломитистые, водорослевые, алевролитистые известняки и мергели эмьяксинской свиты); 8 – доломитистые известняки манькайской свиты венд-кембрийского возраста; 9 – доломиты, глинистые сланцы, гравелиты и конгломераты старореченской свиты венда; 10 – доломиты, песчаники, алевролиты, гравелиты и конгломераты юсмастакхской свиты позднего рифея; 11 – песчанистые, глинистые доломиты, песчаники, гравелиты, конгломератобрекчии котуйканской свиты раннего рифея; 12 – линии разрывных нарушений; 13 – места отбора разведочных проб; 14 – места отбора штучных проб.

Fig. 1. Scheme of the geological structure of the Anabar alluvial region [9, 16].

1 – alluvial deposits of the Quaternary age; 2 – Neogene-Quaternary pebbles; 3–7 – deposits of the Cambrian age (3 – Jakhtar limestones, 4 – dolomitic limestones and Olenek marl, 5 – Anabar dolomites, 6 – bituminous limestones, siliceous and calcareous mudstones and Kuonam siltstones, 7 – clayey, dolomitic limestones, algae marls of the Emyakinsky suite); 8 – dolomitic limestones of the Manykay suite of the Vendian-Cambrian age; 9 – dolomites, clay shales, gravelites and conglomerates of the Vechensky Formation; 10 – dolomites, sandstones, siltstones, gravelites and conglomerates of the Yusmastakh Formation of the Late Riphean; 11 – sandy, clay dolomites, sandstones, gravelites, conglomerate breccias of the Kotuykansk Formation of the Early Riphean; 12 – lines of explosive violations; 13 – places of sampling of exploratory samples; 14 – places of sampling of ore samples.

Методика

Детальное изучение морфологии, микрорельефа поверхности, внутреннего строения золота, фотографирование, а также аналитические исследования аншлифов произведены на сканирующем (растровом) микроскопе JSM-6480 LV фирмы JEOL с аналитическими приставками OxfordInstruments (волновой и энергодисперсионный спектрометры). Пробность золота определена на рентгеновском микроанализаторе Camebax-micro фирмы Cameca. Все аналитические работы проведены в отделе физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН (аналитики Попова С.К., Санникова А.Е., Христофорова Н.В.). Градация по гранулометрическому составу и пробности золота приведена по классификации Н.В. Петровской [6]. Внутреннее строение самородного золота изучалось путем травления золота в монтированных шлифах по отработанной методике [7], с использованием реактива: $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O} + \text{CrO}_3 + \text{тиомочевина} + \text{вода}$.

Геолого-структурная позиция района исследований

В геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие осадочные и вулканогенно-осадочные породы рифейского, вендского, кембрийского, неогенового и четвертичного возраста (см. рис. 1). Магматические образования представлены породами ультраосновной, щелочно-ультраосновной и трапповой формаций, относящихся к протерозойскому, среднепалеозойскому и мезозойскому магматическим этапам [8, 9]. Тектоническая позиция района определяется расположением в области развития двух крупных структур Сибирской платформы – Анабарской антеклизы и Лено-Анабарского прогиба. Современный структурный план фундамента и платформенного чехла исследуемой территории сформировался в результате неоднократных активизаций древних разломов [10, 11]. Особенно интенсивно это происходило в период мезозойской тектономагматической активизации, когда омоложению подверглись древние системы глубинных разломов, что привело к образованию целой серии новых разрывных нарушений. По данным В.А. Милашева, заложение большинства рек в Анабарском районе происходило по тектоническим нарушениям в мезозойское время [10].

Результаты и обсуждения

Изучено россыпное золото из разведочных проб, отобранных из аллювиальных отложений *речки Биллях*, дренирующей доломиты анабарской свиты кембрия.

Анализ гранулометрического состава золота показал, что преобладает мелкое золото фракции $-0,5 \text{ мм}$ – около 90 %. По морфологическим особенностям основная часть золота характеризуется чешуйчатой и пластинчатой формой, тонко-грубошагреневой поверхностью с отпечатками вдавливания минералов (рис. 2, а, б). Оно обладает интенсивно преобразованным внутренним строением, что выражается структурами перекристаллизации, грануляции и образованием мощной высокопробной оболочки (см. рис. 2, в–д). Наибольшее распространение имеют чешуйчатые золотины, в которых высокопробное золото практически полностью замещает первичное более низкопробное золото. В них реликтовое первичное золото сохраняется только в центральных частях (рис. 2, е). В целом доминирует (более 75 %) золото высокой пробности. Совокупность выявленных типоморфных признаков основной части изученного золота указывает на длительность пребывания в экзогенных условиях и его переотложение из промежуточных коллекторов разного возраста в более молодые отложения. В качестве последних могли служить золотоносные отложения неоген-четвертичного возраста, широко распространенные на водораздельных пространствах бассейна р. Биллях.

Наряду с этим золотом во всех изученных пробах обнаружено весьма мелкое ($-0,2 \text{ мм}$) золото рудного облика пластинчатой, угловатомковидной и дендритовидной форм – до 15 % (рис. 3). Поверхность их практически необработанная губчатая и пористая. Пробность варьирует в очень широких интервалах – от низкой (535 ‰) до весьма высокой (999 ‰). Анализ пробности золота и его морфологических особенностей показал, что относительно низкой (799–700 ‰) и низкой (699–500 ‰) пробностью обладают исключительно золотины рудного облика. В отдельных пробах доля низкопробного (699–500 ‰) золота достигает 8 %. При травлении данного золота проявляется его неоднородное разнофазное строение (рис. 4). В центральной части золотин выявлена низкопробная (500–600 ‰) фаза, представленная зернами

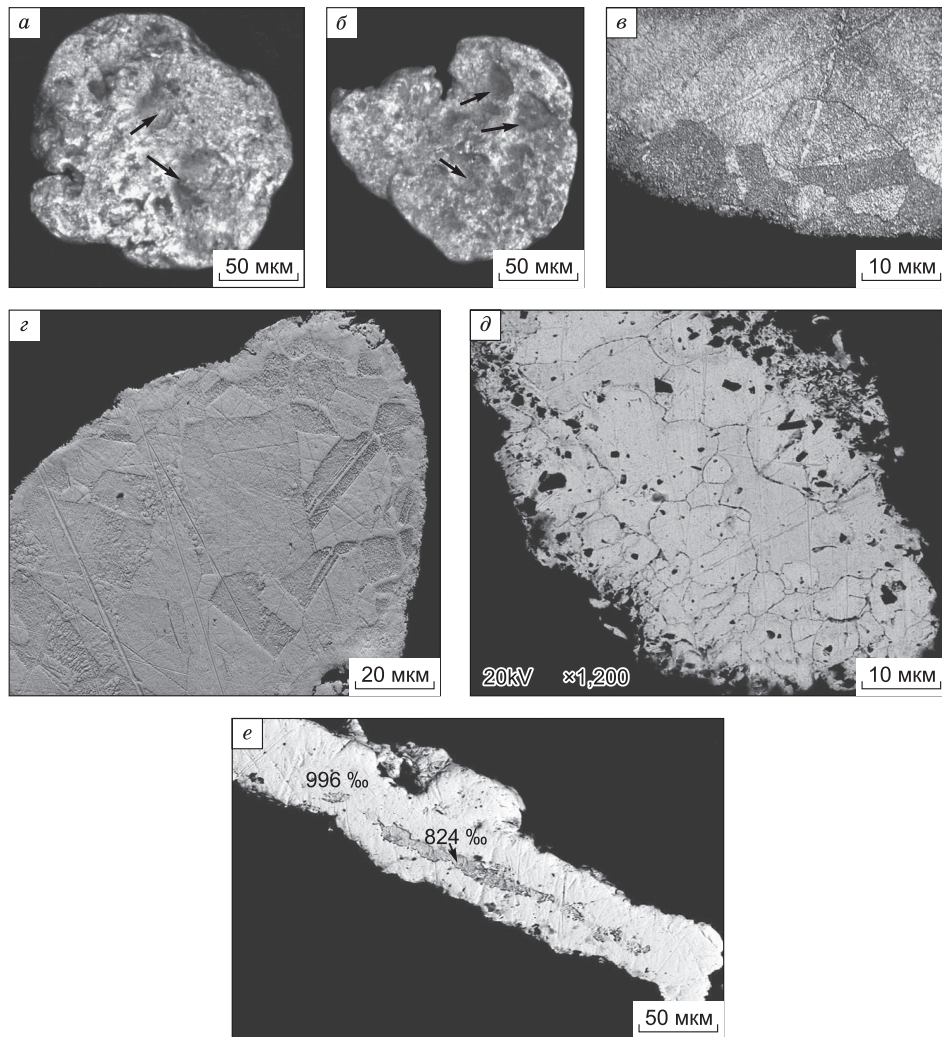


Рис. 2. Морфология и внутреннее строение окатанного высокопробного золота бассейна р. Биллях, поступившего из промежуточных коллекторов:

a, б – пластинчатое золото с отпечатками вдавливания минералов на поверхности; *в–г* – структуры перекристаллизации; *д* – структуры грануляции; *е* – реликты среднепробного золота (в центральной части чешуйки), практически полностью замещенного высокопробным золотом.

Fig. 2. Morphology and internal structure of well-rounded high-fineness gold in the river basin of Billyakh derived from intermediate reservoir rocks:

a, б – platy gold with casts of pressing minerals at the surface, *в–г* – recrystallization structures; *д* – granulation structures; *е* – relics of medium-fineness gold in the central part of the scale are practically completely replaced by gold of high fineness.

овальных очертаний размером от 10 до 50 мкм (рис. 4, *a, б, г*). Межзерновые промежутки заполнены высокопробным золотом (рис. 4, *в*). Изученные золотины практически не преобразованы в гидродинамических условиях, лишь на отдельных частицах наблюдаются тончайшие пористые часто прерывающиеся оторочки весьма высокопробного золота. Все это свидетельствует о поступлении слабоизмененного золота в современный аллювий из близлежащих коренных источников.

Потенциальными коренными источниками данного золота могут служить приразломные апокарбонатные гидротермально-метасоматические образования, обнаруженные нами в результате полевых работ в верховьях реч. Биллях (см. рис. 1). Изученные гидротермально-метасоматические образования развиты по доломитам кембрийского возраста и локализованы в зоне разлома. В них выявлено вкрапленное золото-сульфидное оруденение. По эпигенетическим минеральным ассоциациям выделяются кварц-

ТИПОМОРФИЗМ МЕЛКОГО РОССЫПНОГО ЗОЛОТА

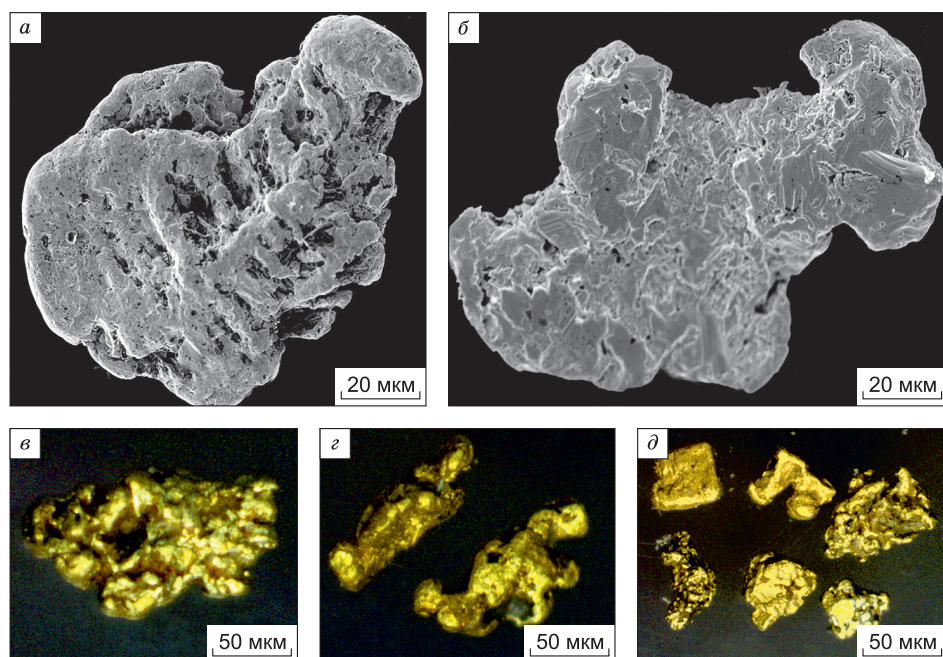


Рис. 3. Морфологические особенности золота рудного облика россыпи р. Биллях.
a – слабоокатанная золотина с дендритовидными наростами на поверхности; *б* – угловато-комковидное золото с необработанной пористой поверхностью; *в-г* – слабоокатанное золото.

Fig. 3. Morphological peculiarities of unrounded gold.
a – subrounded gold particle with dendritic outgrowths at the surface; *б* – angular-cloddy gold with rough porous surface; *в-г* – slightly rounded gold.

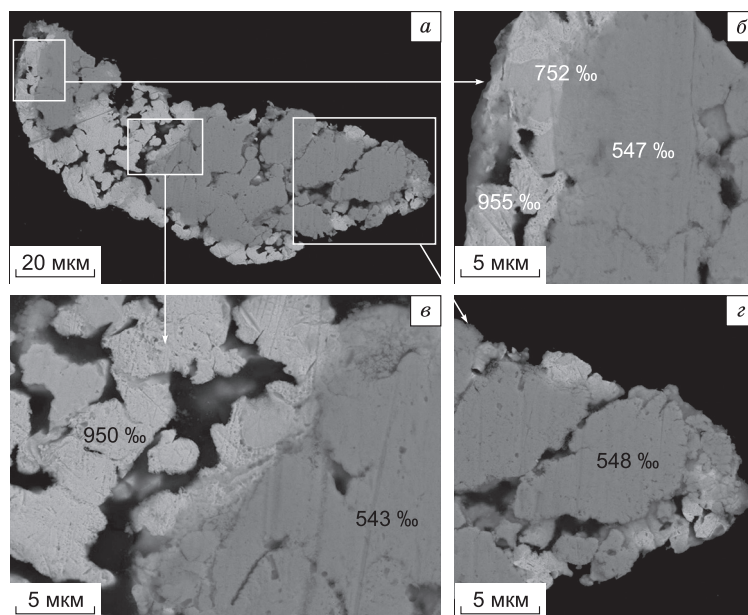


Рис. 4. Внутреннее строение золота рудного облика (протравлено реактивом на основе царской водки).
a – общий вид в полированном срезе; *б-г* – детали (*б* – разнофазное золото, *в* – высокопробное золото, выявленное в межзерновом пространстве, *г* – овалы зерен низкопробного золота).

Fig. 4. Internal structure of unrounded gold (etched by an aqua regia-based reagent).
a – general view in a polished section; *б-г* – details (*б* – three-phase gold, *в* – high-fineness gold in intergranular space, *г* – low-fineness gold grains of oval forms).

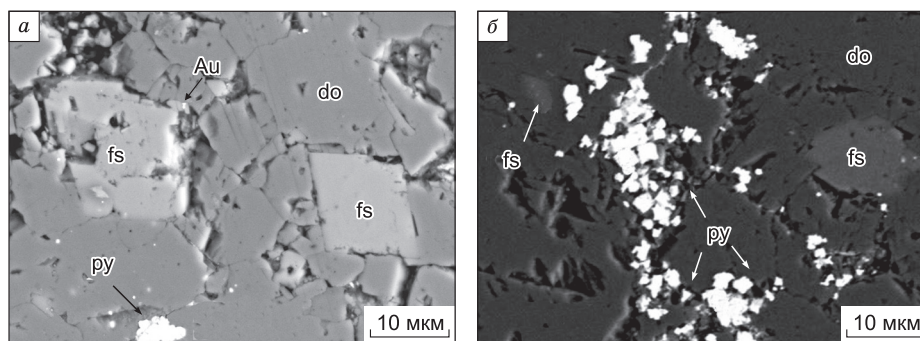


Рис. 5. Калишпатовые метасоматиты.

a – мелкие кристаллы калиевых полевых шпатов (fs), пирит (py) и мельчайшее образование золота (Au) в трещине доломита (do); *б* – вкрапленная пиритовая минерализация (светлое, py) и мелкие кристаллы калиевого полевого шпата (fs) в измененном доломите (do).

Fig. 5. Potassium feldspar metasomatites.

a – small crystals of potassium feldspar (fs), pyrite (py) and very small gold particle (Au) in dolomite fracture (do); *б* – disseminated pyrite mineralization (light, py) and small crystals of potassium feldspar (fs) in the altered dolomite (do).

калишпатовые и кремнисто-кварцевые гидротермально-метасоматические образования.

Кварц-калишпатовые гидротермально-метасоматические образования окрашены в ржаво-бурые цвета. Текстура их преимущественно полосчатая, сетчато-прожилковая, обусловленная развитием различно ориентированных прожилков гидрооксидов железа – продуктов разложения пирита. На дневной поверхности данные породы довольно быстро разрушаются – зачастую превращаясь в ржавую тонкодисперсную массу. Калиевые полевые шпаты (КПШ) развиты главным образом в микронках дробления и микротрещинах доломитов (рис. 5), а также прожилках кремнисто-железисто-алюмосиликатного состава, пронизывающих карбонатные породы. Мощность этих прожилков составляет от десятых долей мм до нескольких мм в раздувах. КПШ характеризуются мелкими размерами и кристаллическими формами. Рудные минералы в кварцево-железисто-алюмосиликатных прожилках представлены весьма мелкими кристаллами и фазами самородного золота, пирита, арсенопирита, сфалерита и галенита. Также довольно часто отмечается барит в виде весьма мелких прожилков в микротрещинах доломита. Следует отметить, что при микроскопическом изучении измененных пород хорошо заметна регенерация карбонатных минералов с увеличением их размеров.

Характерная особенность кремнисто-кварцевых гидротермально-метасоматических образований – их оолитовая структура, заимствованная от карбонатных пород. В этих образованиях кварц

практически полностью замещает доломиты. Наблюдаются лишь весьма мелкие их реликты в центральных частях оолитов (рис. 6, *a*). Кварц представлен в основном коллоидно-натечными выделениями, а также халцедоновидными разностями (рис. 6, *б*). Рудная вкрапленная минерализация локализована главным образом в периферических частях шаровидных стяжений – оолитов и представлена в основном пиритом и гетитом, резко в подчиненном количестве халькопиритом и галенитом. Иногда наблюдается пирит, полностью замещающий кварц в оолитовых стяжениях (рис. 6, *в*). Золото встречается в основном в свободном самородном виде (рис. 6, *г*), реже в ассоциации с пиритом. Размер его колеблется от первых микрон до 15 мкм по длинной оси. Отмечаются золотины с примесью ртути от 0,5 до 2, 6 %.

Рудные гидротермально-метасоматические образования в карбонатных и терригенно-карбонатных толщах платформенных областей достаточно давно известны. Они, как правило, проявлены в виде обширных зон гидротермально-метасоматического изменения пород [12]. Для них характерны линейно-вытянутые конфигурации и локализация в системах протяженных долгоживущих разломов. Известно, что с гидротермально-метасоматической формацией связаны крупные месторождения золота, свинца, цинка, флюорита, магнезита, талька и барита. К примеру, в Центрально-Алданском районе выявлен ряд крупных месторождений золота, связанных с мезозойскими апокарбонатными метасоматита-

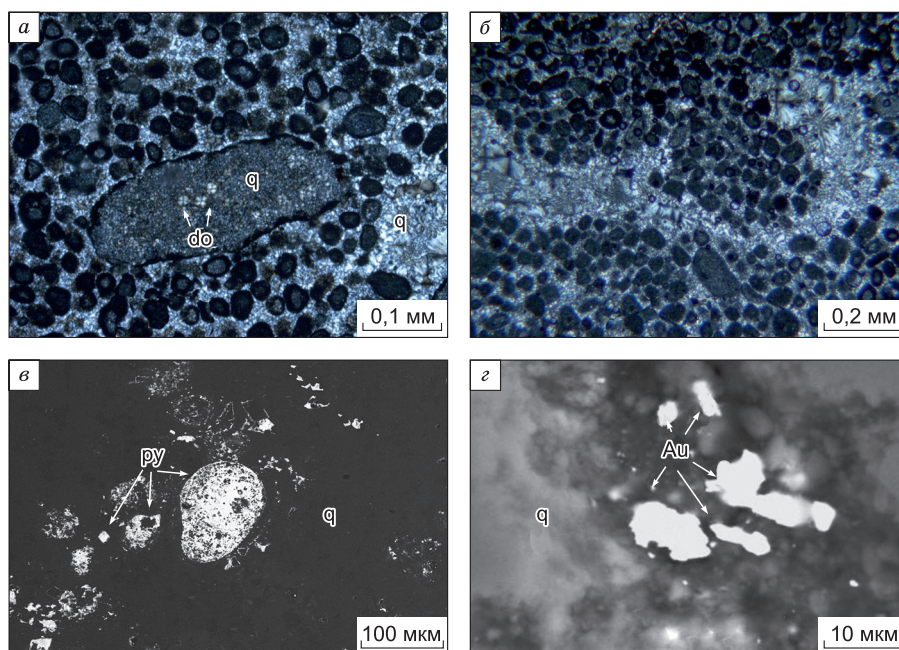


Рис. 6. Кварцевые метасоматиты.

a – реликты доломитов (do) в центральной части кварцевого оолита (прозрачный шлиф, никели скрещены); *б* – прожилки халцедоновидного кварца (прозрачный шлиф, никели скрещены); *в* – сульфидная (py) минерализация в кварцевом (q) метасоматите; *г* – мелкие зерна самородного золота (Au).

Fig. 6. Quartz metasomatites.

a – dolomite relics (do) in central part of quartz oolite (thin section); *б* – sulfide (py) mineralization on quartz (q) metasomatite; *г* – small grains of native gold (Au).

ми (гумбеитами, березитами и т. д.), – Куранахское, Эльконское, Лебединое, Рябиновое и т. д. [13–17]. По мнению Е.В. Плющева с соавторами, к этому типу метасоматитов относятся приразломные гидротермально-метасоматические образования золоторудных месторождений карлинского тренда, формирование которых происходило при внедрении даек основного состава по зонам разломов, когда из межблоковых зон сжатия рудное вещество мобилизовалось в зоны разгрузки, образуя рудные тела [12].

По данным предшественников, большое значение в развитии изученного района имели разрывные нарушения, образующие ряд систем субширотного и субмеридионального направлений, которые сопровождаются зонами повышенной трещиноватости [10, 11]. Важно подчеркнуть, что в период мезозойской тектономагматической активизации произошло омоложение древних систем глубинных разломов (Молодо-Попигайская, Анабаро-Экитская), что привело к образованию целой серии новых разрывных нарушений. Следует отметить, что в северной части изученной территории находятся дайки основных

пород мезозойского возраста, локализованные в Молодо-Попигайской зоне разломов. Последние могли или являться собственно источниками руды, или же служить в качестве катализатора для мобилизации рассеянного первично гидротермально-осадочного рудного вещества. При внедрении этих даек золотосульфидные гидротермы, вероятно, распространялись по оперяющим разрывным нарушениям в зоны разгрузки, образуя рудные залежи.

Таким образом, по нашему мнению, наиболее продуктивные гидротермально-метасоматические образования могут быть сформированы в северной части Эбеляхской площади, где в бассейне р. Маяк известны россыпные проявления с достаточно крупным золотом ближнего сноса рудного облика (р. Курунг Юрях).

Ручей Небайбыт протекает по северо-восточному склону Анабарского массива по доломитистым известнякам венд-кембрийского и терригенно-карбонатным отложениям вендского возраста. Изучено золото из разведочных шурфовочных проб. Преобладает (более 55 %) весьма мелкое золото фракции $-0,25$ мм, которое представлено

пластинчатой формой с грубошагреневой поверхностью, часто с отпечатками вдавливания минералов. Оно характеризуется сильно измененным внутренним строением со структурами перекристаллизации и грануляции, а также с мощными высокопробными оторочками и весьма высоко-

пробными межзерновыми прожилками (рис. 7). Это свидетельствует о неоднократном переотложении золота из древних коллекторов в более молодые отложения. Таким образом, основным источником золота современных аллювиальных отложений руч. Небайбыт являются золотоносные промежуточные коллекторы докембрийского возраста.

Вместе с тем во всех изученных пробах от первых до 10 % выявлено золото рудного облика, которое представлено изометричными кристаллами, угловато-комковидными и пластинчатыми формами, а также своеобразными крючковатыми индивидами (рис. 8). Как правило, слабоокатанное золото отмечается в классе $-0,25$ мм. Пробность его варьирует в весьма широких пределах – от низкого (электрум) до весьма высокого. Обнаружение золота рудного облика позволяет предположить о наличии в районе близлежащих коренных источников.

Анализ литературных данных показал, что наиболее перспективным участком в плане обнаружения рудного источника является зона тектонического дробления, простирающаяся в суб-

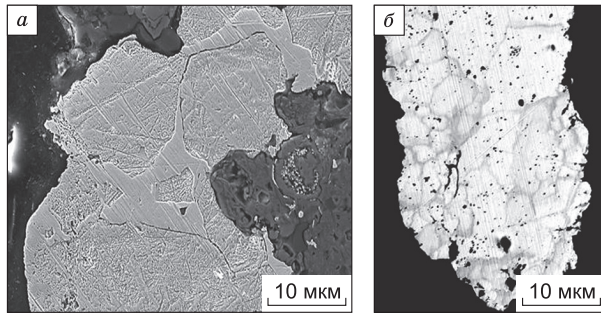


Рис. 7. Внутреннее строение золота руч. Небайбыт.
a – весьма высокопробные межзерновые прожилки в высокопробном золоте; *б* – структуры грануляции высокопробного золота.

Fig. 7. Inner structure of gold from the Nebaibyt river.
a – very high grade intergranular veinlets in high grade gold; *б* – structures of granulation of high grade gold.

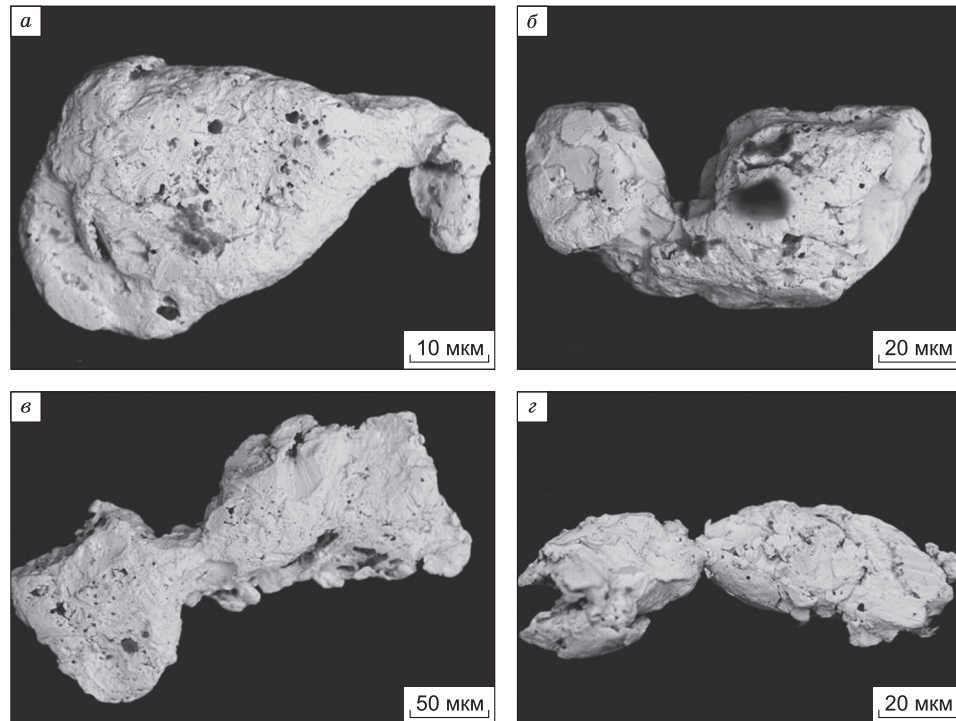


Рис. 8. Золото рудного облика фракции $-0,25$ мм руч. Небайбыт.
a – крючкообразное; *б* – сросток кристаллов; *в* – весловидное; *г* – веретенообразное.

Fig. 8. Gold of ore habit, $-0,25$ mm fraction, Nebaibyt creek.
a – hooked; *б* – crystals growth; *в* – oar-like; *г* – fusiform.

меридиональном направлении и охватывающая среднее течение рек Арбайбыт, Мачала, Талахтах и Небайбыт [18, 19]. Данная зона относится к Жиганской системе разломов, которая трассируется магматическими телами ультраосновного и основного состава мезозойского возраста.

Нами изучены катаклазированные доломитистые известняки, обнажающиеся по бортам рек Мачала, Талахтах и Небайбыт. Породы пронизаны маломощными кварцевыми и кальцитовыми прожилками. Широко распространены тектонические брекчии. Эпигенетические изменения в известняках выражены окварцеванием, калишпатизацией и пиритизацией.

В результате микрорентгеноспектральных исследований аншлифов, изготовленных из образцов данной тектонической зоны, выявлена вкрапленная благороднометалльная и сульфидная минерализация измененных карбонатных пород. Оруденение представлено мельчайшими выделениями золота, серебра, пирита, арсенопирита,

антимонита, молибденита, аргентита и самородного олова (рис. 9). Золото и серебро развиты главным образом в кварцевых прожилках и характеризуются изометричными формами и мелкими (до 10 мкм) размерами. Среди сульфидов наиболее распространен пирит, представленный в основном кубическими кристаллами и их агрегатами. В подчиненном количестве отмечаются весьма мелкие (до 5 мкм) кристаллы антимонита, молибденита, сфалерита, аргентита и арсенопирита. Редко наблюдаются пластинчатые формы самородного олова.

На основании вышеизложенного предполагается, что коренным источником весьма мелко-го неокатанного золота ближнего сноса могло служить выявленное проявление вкрапленной рудной минерализации, локализованное в измененных доломитистых известняках.

Обнаружение данного проявления в поле развития карбонатных пород в зоне влияния Жиганского разлома, подновленного в мезозое,

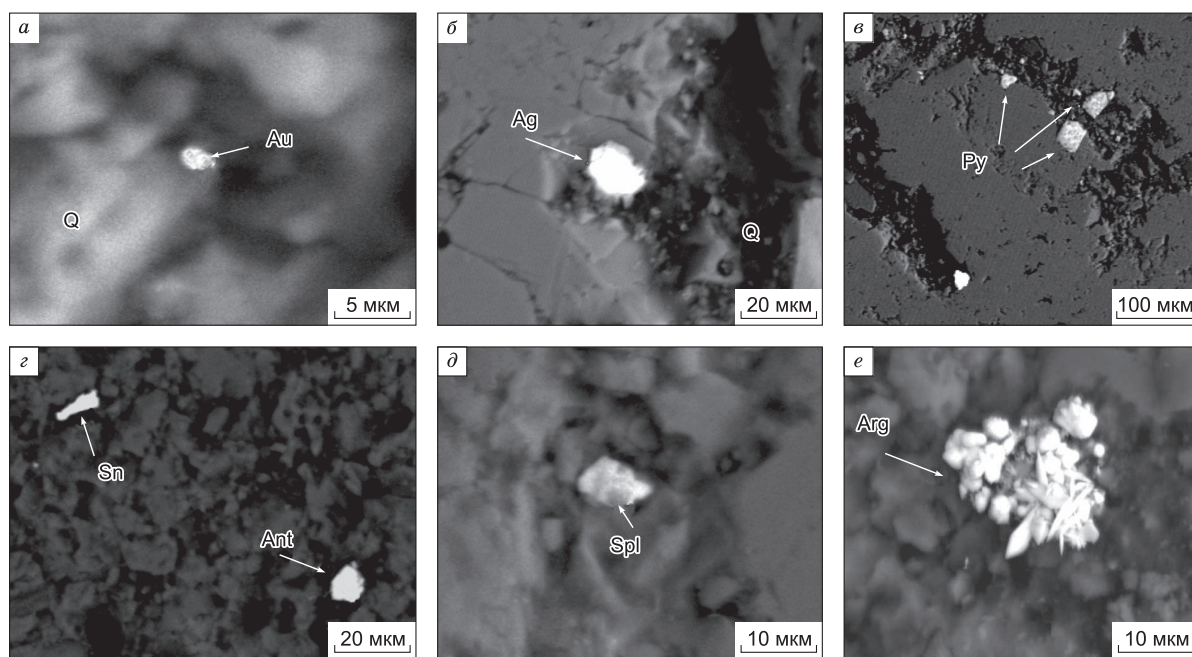


Рис. 9. Формы выделений рудных минералов зоны вкрапленной золоторудной минерализации восточного обрамления Анабарского массива.

a – золоти́на каплевидной формы в микротрещине кварца; *б* – изометричное зерно серебра в кварцевом прожилке; *в* – кристаллы пирита в микротрещине доломитистого известняка; *г* – пластинка самородного олова и зерно антимонита в карбонатной матрице; *д* – изометричное зерно сфалерита; *е* – микрокристаллы аргентита в измененном доломите.

Fig. 9. Forms of particles of ore minerals of the zone of disseminated gold-ore mineralization of the eastern framing of the Anabar massif.

a – gold particle of teardrop-shape in microfracture of quartz; *б* – equant grain of silver in quartz veinlet; *в* – pyrite crystals in microfracture of dolomitic limestone; *г* – plate of native tin and grain of antimonite in carbonate matrix; *д* – isometric sphalerite grain; *е* – microcrystals of argentite in altered dolomite.

позволяет предположить, что его формирование происходило в схожих условиях с гидротермально-метасоматическими образованиями бассейна р. Эбелях и связано с процессами тектономагматической активизации мезозойского возраста.

Краткие выводы

Изучение минералого-геохимических особенностей золота россыпных проявлений рек Биллях и Небайбыт и сопоставление с геологическим строением района позволило обосновать, что основными его источниками являются золотоносные промежуточные коллекторы. Характерными типоморфными признаками данного золота являются мелкие размеры индивидов (–0,5 мм), чешуйчатая и пластинчатая форма, грубошагреневая поверхность с отпечатками вдавливания минералов, высокая пробность (900–999 ‰), а также значительно измененное внутреннее строение.

Наряду с этим обнаружение золота рудного облика ближнего сноса весьма мелкого размера (–0,2 мм) угловато-комковидной формы с широким диапазоном вариаций (535–999 ‰) пробности и сложным многофазным внутренним строением позволяет предположить о наличии близлежащих коренных источников.

Потенциальными коренными источниками весьма мелкого золота, вероятно, послужили гидротермально-метасоматические образования с золотосульфидным вкрапленным оруденением, локализованные в зонах разломов в поле развития карбонатных пород. Предположительно данные образования связаны с процессами мезозойской тектономагматической активизации. Сходство геологических условий локализации и вещественного состава апокарбонатных гидротермально-метасоматических образований Анабарского района с золотоносными метасоматитами Центрально-Алданского золоторудного района позволяют положительно оценивать перспективы дальнейшего их изучения.

Литература

1. Тимофеев В.И., Нестеров Н.В., Шпунт Б.Р. Золотоносность западной Якутии // Материалы по геол. и полезн. ископаемым Якутской АССР. Якутск, 1970. Вып. 17. С. 103–110.
2. Шпунт Б.Р. Типоморфные особенности и генезис россыпного золота на севере Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1974. № 9. С. 77–78.
3. Округин А.В. Россыпная платиноносность Сибирской платформы. Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2000. – 183 с.
4. Толстов А.В. Перспективы золотоносности Анабарской антеклизы // Вестник Госкомгеологии. 2002. № 1. С. 44–49.
5. Никифорова З.С., Герасимов Б.Б., Глушкова Е.Г., Каженикина А.Г. Индикаторные признаки россыпного золота как показатель прогнозирования формационных типов золоторудных месторождений (восток Сибирской платформы) // Геология и геофизика. 2018. № 10. С. 1643–1657. DOI: 10.15372/GiG20181009.
6. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. Москва. 347 с.
7. Петровская Н.В., Новгородова М.И., Фролова К.Е. О природе структур и субструктур эндогенных выделений самородного золота // Минералогия самородных элементов. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 10–20.
8. Шпунт Б.Р., Шамшина Э.А., Шаповалова И.Г. Докембрий Анабаро-Оленекского междуречья. Новосибирск: Наука, 1976. 142 с.
9. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 571 с.
10. Милашев В.А. Структуры кимберлитовых полей. Л., 1979. 183 с.
11. Рубенчик И.Б., Борщева Н.А., Зарецкий Л.М. Объяснительная записка к геологической карте масштаба 1: 200 000 (Лист R-50-VII, VIII). 1980. 72 с.
12. Плющев Е.В., Шатов В.В., Кашин С.В. Металлогения гидротермально-метасоматических образований. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. 560 с. (Труды ВСЕГЕИ. Новая серия; Т. 354).
13. Дворник Г.П. Золоторудные метасоматические формации Центрально-Алданского района // Литосфера. 2012. № 2. С. 90–105.
14. Дворник Г.П. Метасоматизм и золотое оруденение калиевых щелочных массивов (на примере Центрально-Алданской щелочной провинции). Екатеринбург: УГГУ, 2014. 329 с.
15. Дворник Г.П. Кварц-эгири-микроклиновые метасоматиты в мезозойских калиевых щелочных массивах Алданского щита // Ежегодник-2013. Тр. ИГГ УрО РАН. 2014. Вып. 161. С. 187–190.
16. Добровольская М.Г., Разин М.В., Прокопьев В.Ю. Золоторудное месторождение Лебедино (Центральный Алдан): минеральные парагенезисы, стадии и условия образования // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 58, № 4. С. 346–366. DOI: 10.7868/S001677701604002X.
17. Молчанов А.В., Терехов А.В. и др. Золоторудные районы и узлы Алдано-Становой металлогенической провинции // Региональная геология и металлогения. 2017. № 71. С. 93–111.

18. Духанин С.Ф., Эрлих Э.Н. Объяснительная записка к геологической карте масштаба 1: 200 000 (Лист R-49-XVII, XVIII – серия Анабарская). М., 1967. 70 с.

19. Толстов А.В. Закономерности образования и размещения главных рудоносных формаций северной части Сибирской платформы: дисс. д-ра геол.-мин. наук. Якутск, 2006. 312 с.

Поступила в редакцию 29.07.2019

Принята к публикации 22.10.2019

Об авторах

ГЕРАСИМОВ Борис Борисович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 39, <http://orcid.org/0000-0002-5112-536X>, bgerasimov@yandex.ru;

ЖЕЛОНКИН Роман Юрьевич, главный геолог, АО «Алмазы Анабара», 677004, Якутск, ул. 50 лет Советской Армии, 86/3а, <http://orcid.org/0000-0002-7357-7746>, zhelonkinry@alanab.ru;

ЗЕМНУХОВ Алексей Леонидович, заместитель главного геолога, АО «Алмазы Анабара», 677004, Якутск, ул. 50 лет Советской Армии, 86/3а, <https://orcid.org/0000-0001-9974-3952>, zemnukhoval@alanab.alrosa.ru.

Информация для цитирования

Герасимов Б.Б., Желонкин Р.Ю., Земнухов А.Л. Типоморфизм мелкого россыпного золота и потенциальные коренные источники Анабарского россыпного района (Северо-Восток Сибирской платформы) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019, том 24, № 4. С. 37–48. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-4-3DOI> 10.31242/2618-9712-2019-24-4-3

Typomorphism of fine placer gold and potential primary sources of the Anabar mineral subprovince (the North-East of the Siberian Platform)

B.B. Gerasimov^{1,*}, R.Yu. Zhelonkin², A.L. Zemnukhov²

¹Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, Yakutsk, Russia

²«Almazы Anabara» JSC, Yakutsk, Russia

*bgerasimov@yandex.ru

Abstract. Typomorphous features of placer gold in the basins of the Anabar and the Bolshaya Kuonamka were investigated for the purpose of determining its indicator signs for the prediction of potential primary sources. It is shown that the main sources of gold are auriferous reservoir rocks of Neogene-Quaternary age. The indicator typomorphic features of this kind of gold are small size (–0,5 mm), scaly and platelet shape, coarse shagreen surface with the prints of mineral indentation, and high fineness (900–999 ‰). The most informative feature is its strongly altered internal structure showing evidence of granulation and recrystallization. Autochthonous gold of ore habit is also found. Characteristic features of this type of gold are a very small size (–0,2 mm), angular-cloddy forms of individual particles, rough porous surface, widely ranging fineness (535 to 999 ‰), heterogeneous chemical composition, and a complex, multi-phase internal structure. This indicates the presence of neighboring primary sources. Hydrothermal-metasomatic formations with disseminated gold-sulfide mineralization, discovered at the sites of tectonic jointing of carbonate rocks developed in fault zones could be such sources. Considering epigenetic mineral associations, quartz-potassium feldspar and quartz hydrothermal-metasomatic formations are identified. Ore mineralization of disseminated type is represented (in decreasing order) by pyrite, gold, chalcopyrite, galena, sphalerite and silver. Gold is found in native form, and in association with pyrite (quartz metasomatites) and potassium feldspar (potash feldspar metasomatites). So, near-fault hydrothermal-metasomatic formations with gold-sulfide impregnated mineralization were discovered for the first time at the territory under investigation. As a result of the studies, indicator typomorphous signs of the fine gold of proximal migration for these assumed indigenous sources were revealed.

Key words: Anabar placer region, placer gold, typomorphic features, intermediate collectors, hydrothermal-metasomatic formations, impregnated mineralization, indigenous sources of gold.

Acknowledgements. Work is done on state assignment of DMPGI SB RAS and partly as part of the grant № 18-45-140018 of the Russian Foundation for Basic Research.

References

1. Timofeev V.I., Nesterov N.V., Shpunt B.R. Zolotonosnost' zapadnoj Yakutii // *Materialy po geol. i polezn. iskopaemym Yakutskoj ASSR*. Yakutsk, 1970. Vyp. 17. P. 103–110.
2. Shpunt B.R. Tipomorfnye osobennosti i genezis rossypnogo zolota na severe Sibirskoj platformy // *Geologiya i geofizika*. 1974. N 9. P. 77–78.
3. Okrugin A.V. Rossypnaya platinonosnost' Sibirskoj platformy. Yakutsk: YaF Izd-va SO RAN, 2000. 183 p.
4. Tolstov A.V. Perspektivy zolotonosnosti Anabarskoj anteklizy // *Vestnik goskomgeologii*. 2002. N 1. P. 44–49.
5. Nikiforova Z.S., Gerasimov B.B., Glushkova E.G., Kazhenkina A.G. Indikatornye priznaki rossypnogo zolota kak pokazatel' prognozirovaniya formacionnyh tipov zolotorudnyh mestorozhdenij (vostok Sibirskoj platformy) // *Geologiya i geofizika*. 2018. N 10. P. 1643–1657. DOI: 10.15372/GiG20181009.
6. Petrovskaya N.V. Samorodnoe zoloto. M.: Nauka, 1973. 347 p.
7. Petrovskaya N.V., Novgorodova M.I., Frolova K.E. O prirode struktur i substruktur endogennyh vydelenij samorodnogo zolota // *Mineralogiya samorodnyh elementov*. Vladivostok: Izd-vo DVNC AN SSSR, 1980. P. 10–20.
8. Shpunt B.R., Shamshina E.A., Shapovalova I.G. Dokembrij Anabaro-Olenekskogo mezhdurech'ya. Novosibirsk: Nauka, 1976. 142 p.
9. Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Saha (Yakutiya). M.: MAIK «Nauka/Interperiodika», 2001. 571 p.
10. Milashev V.A. Struktury kimberlitovyh polej. L., 1979. 183 p.
11. Rubenchik I.B., Borshcheva N.A., Zareckij L.M. Ob'yasnitel'naya zapiska k geologicheskoy karte masshtaba 1: 200 000 (List R-50-VII, VIII). 1980. 72 p.
12. Plyushchev E.V., Shatov V.V., Kashin S.V. Metallogeniya gidrotermal'no-metasomaticheskikh obrazovanij. SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2012. 560 p. (Trudy VSEGEI. Novaya seriya. V. 354).
13. Dvornik G.P. Zolotorudnye metasomaticheskie formacii Central'no-Aldanskogo rajona // *Litosfera*. 2012. N 2. P. 90–105.
14. Dvornik G.P. Metasomatizm i zolotoe orudenenie kalievyyh shchelochnyh massivov (na primere Central'no-Aldanskoy shchelochnoj provincii). Ekaterinburg: UGGU, 2014. 329 p.
15. Dvornik G.P. Kvarc-egirin-mikroklinovye metasomatity v mezozojskikh kalievyyh shchelochnyh massivah Aldanskogo shchita // *Ezhegodnik-2013*, Tr. IGG UrO RAN. 2014. Iss. 161. P. 187–190.
16. Dobrovol'skaya M.G., Razin M.V., Prokop'ev V.Yu. Zolotorudnoe mestorozhdenie Lebedinoe (Central'nyj Aldan): mineral'nye paragenезисы, stadii i usloviya obrazovaniya // *Geologiya rudnyh mestorozhdenij*. 2016, Vol. 58, N 4. P. 346–366. DOI: 10.7868/S001677701604002X.
17. Molchanov A.V., Terekhov A.V. i dr. Zolotorudnye rajony i uzly Aldano-Stanovoj metallogenicheskoy provincii // *Regional'naya geologiya i metallogeniya*. 2017. N 71. P. 93–111.
18. Duhanin S.F., Erlih E.N. Ob'yasnitel'naya zapiska k geologicheskoy karte masshtaba 1: 200 000 (List R-49-XVII, XVIII – seriya Anabarskaya). M., 1967. 70 p.
19. Tolstov A.V. Zakonomernosti obrazovaniya i razmeshcheniya glavnyh rudonosnyh formacij severnoj chasti Sibirskoj platformy: Diss. d-ra geo.-min. nauk. Yakutsk, 2006. 312 p.

About the authors

GERASIMOV Boris Borisovich, candidate of geological and mineralogical sciences, senior researcher, Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, 39 Lenina pr., Yakutsk, 677980, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-5112-536X>, bgerasimov@yandex.ru;

ZHELONKIN Roman Yuryevich, chief geologist, «Almazy Anabara» JSC, 86/3a 50 let Sovetskoi Armii st., Yakutsk, 677004, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-7357-7746>, zhelonkinry@alanab.ru;

ZEMNUKHOV Alexey Leonidovich, deputy chief geologist, «Almazy Anabara» JSC, 86/3a 50 let Sovetskoi Armii st., Yakutsk, 677004, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-9974-3952>, zemnukhoval@alanab.alrosa.ru.

Citation

Gerasimov B.B., Zhelonkin R. Yu., Zemnukhov A.L. Typomorphism of fine placer gold and potential primary sources of the Anabar mineral subprovince (the North-East of the Siberian Platform) // *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2019, Vol. 24, N 4. P. 37–48. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-4-3>