УДК 549.283 DOI: 10.19110/2221-1381-2019-01-35-43

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ФРОЛОВСКОГО УЧАСТКА (УСТЬ-КУЛОМСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Н. С. Ковальчук[1], С. И. Исаенко[1], Н. В. Конанова[1], Т. Г. Шумилова[1], Ю. В. Данилова[2]

[1]Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, *kovalchuk@geo.komisc.ru*,
[2]Институт земной коры СО РАН, Иркутск

Впервые исследованы типоморфные особенности россыпного золота из аллювиальных отложений Фроловского участка (Усть-Куломский район, Республика Коми). Выявлены основные характерные признаки самородного золота: морфология, геохимические особенности, минеральные включения и сопутствующие минералы. Установлено, что состав золотин неоднородный, внутренние участки частиц характеризуются неравномерным распределением примеси Ag (до 14.83 мас. %). Все частицы золота имеют высокопробные каймы. Минеральный состав тяжелой фракции представлен широким спектром минералов, характерных для метаморфических и магматических пород, что свидетельствует о наличии двух разных питающих провинций для аллювиальных отложений Фроловского участка. Типоморфизм россыпного золота данной территории указывает на его принадлежность к золотокварцевой формации и близость источника, предположительно связанного с промежуточным коллектором пермского возраста.

Ключевые слова: *россыпное золото, морфология, гранулометрия, внутреннее строение, химический состав, микровключения.*

TYPOMORPHIC FEATURES OF GOLD FROM THE FROLOVSKY REGION ALLUVIAL DEPOSITS (UST'-KULOM DISTRICT, KOMI REPUBLIC)

N. S. Kovalchuk[1], S. I. Isaenko[1], N. V. Konanova[1], T. G. Shumilova[1], Yu. V. Danilova[2]

[1]Institute of Geology, Komi SC UB RAS, Syktyvkar
[2]Institute of Earth's Crust, SB RAS, Irkutsk

We have studied typomorphic features of alluvial gold from alluvial deposits of the Frolovsky region (Ust'-Kulom district, Komi Republic). We revealed main characteristic features of native gold: morphology, geochemical features, mineral inclusions and accompanying minerals. We found that the golden particles had heterogeneous composition. The inner parts of the particles were characterized by an irregular distribution of Ag impurities (up to wt. 14.83 %). All particles had high weight Au content. The mineral composition of the heavy fraction was described representing a wide spectrum of specific minerals of metamorphic and magmatic associations pointing to presence of two different source provinces for alluvial deposits of the Frolovsky region. The typomorphic features of the placer gold of the region indicated its belonging to the gold-quartz formation and the proximity of the source, presumably associated with intermediate collector of the Permian age.

Keywords: *alluvial gold, morphology, granulometry, internal structure, chemical composition, microinclusions.*

Введение

В результате полевых наземных магнитометрических работ 2016—2017 гг. в районе Фроловского участка Усть-Куломского района Республики Коми были впервые обнаружены изометричные локальные магнитные аномалии с повышенными значениями магнитного поля. Также выявлена минерагеническая специфика Фроловской аномалии, связанная с многочисленными находками высокохромистых хромшпинелидов октаэдрического габитуса, на основании чего сделано предположение о присутствии здесь производных основных или щелочно-ультраосновных мантийных магм [6]. В ходе полевых работ 2017 г. на территории Фроловского участка при шлиховых исследованиях, выполненных с целью выявления алмазов и их спутников, в аллювиальных отложениях ручьев Пармаёль, Луктырнаёль и Седъёль (правые притоки среднего течения р. Прупт) нами установлены знаковые содержания золота. Ранее по данным производственных работ 1987—1989 гг. в современном русловом аллювии на изучаемом участке была установлена знаковая золотоносность [2]. Единичные знаки (от 1 до 5 на 10 л) встречены в шлиховых пробах аллювия реки Прупт и др. Однако на текущий момент коренные источники золота на изучаемой территории остаются неизвестными и их обнаружение является одной из важнейших задач для определения генезиса и условий залегания россыпей и уточнения перспектив территории. В данной работе приводятся результаты детального изучения типоморфных особенностей россыпного золота Фроловского участка с целью геолого-генетических реконструкций и прогнозирования коренных источников золотоносного оруденения.

Объект и методы исследования

Район работ находится в области сочленения Кирово-Кажимского авлакогена и Коми-Пермяцкого свода Волго-Уральской антеклизы с Вычегодским прогибом Мезенской синеклизы, осложненной присутствием высоконамагниченных пород Локчимского траппового поля в

районе Зимстанского узла пересечения систем ортогональных глубинных разломов.

По данным А. К. Ивченко [2], в геологическом строении района принимают участие два структурно-формационных этажа. Нижний соответствует кристаллическому фундаменту платформы, сложен метаморфогенными породами архея и нижнего протерозоя. Верхний представлен образованиями осадочного чехла рифейско-вендского, девонского, каменноугольного и пермского возрастов, перекрытых покровом четвертичных отложений.

Шлиховые пробы отбирались путем отмывки до черного шлиха (объем пробы около 0.01 м^3) примерно через 200 м снизу вверх по течению руч. Седъёль, Локтырнаёль и Пармаёль. Отобраны и промыты на месте 27 проб в 9 точках наблюдения (рис. 1). Выделанная тяжелая фракция шлихов подверглась электромагнитной сепарации и минералогическому анализу тяжелой немагнитной фракции. Из шлихов пяти точек наблюдения выделено 50 частиц золота. Размеры золотин измерялись при помощи программы ABViewer по изображениям сканирующей электронной микроскопии. Толщина частиц определялась с помощью оптического микроскопа Olympus BX-41, объектив X50, моторизованный столик для 3D-сканирования Tango (Marzhauser Wetzlar). За толщину золотины принималась разница вертикальных отметок, возникающая при фокусировке оптического изображения на самом крупном участке золотины и на плоской площадке около золотины, точность фокусировки около 1 мкм. Масса частиц золота вычислялась произведением их объема и плотности. Границы классов крупности приняты в соответствии с классификацией ЦНИГРИ [7]. Коэффициент уплощенности (КУ) золотин рассчитывался как отношение среднегеометрического размера (квадратный корень из площади) к их толщине [3].

Изучение морфологии и химического состава золота, а также минеральных включений проводилось при помощи сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega 3 LMH с энергодисперсионной приставкой Oxford Instruments X-Max (аналитик Е. М. Тропников) в ЦКП «Геонаука» (ИГ Коми НЦ УрО РАН). После изучения поверхности частиц золота несколько зерен было изучено в полированных срезах.

Результаты исследований

На ручьях Седъёль и Локтырнаёль встречены единичные знаки золота (1 и 2 знака на 0.01 м^3) размером 0.1—0.2 мм. Шлиховые пробы с повышенным знаковым содержанием золота установлены на руч. Пармаёль (от 4 до 30 знаков на 0.01 м^3). Обнаруженные концентрации золота варьируют в пределах от 0.33 до 179 мг/м^3 (табл. 1).

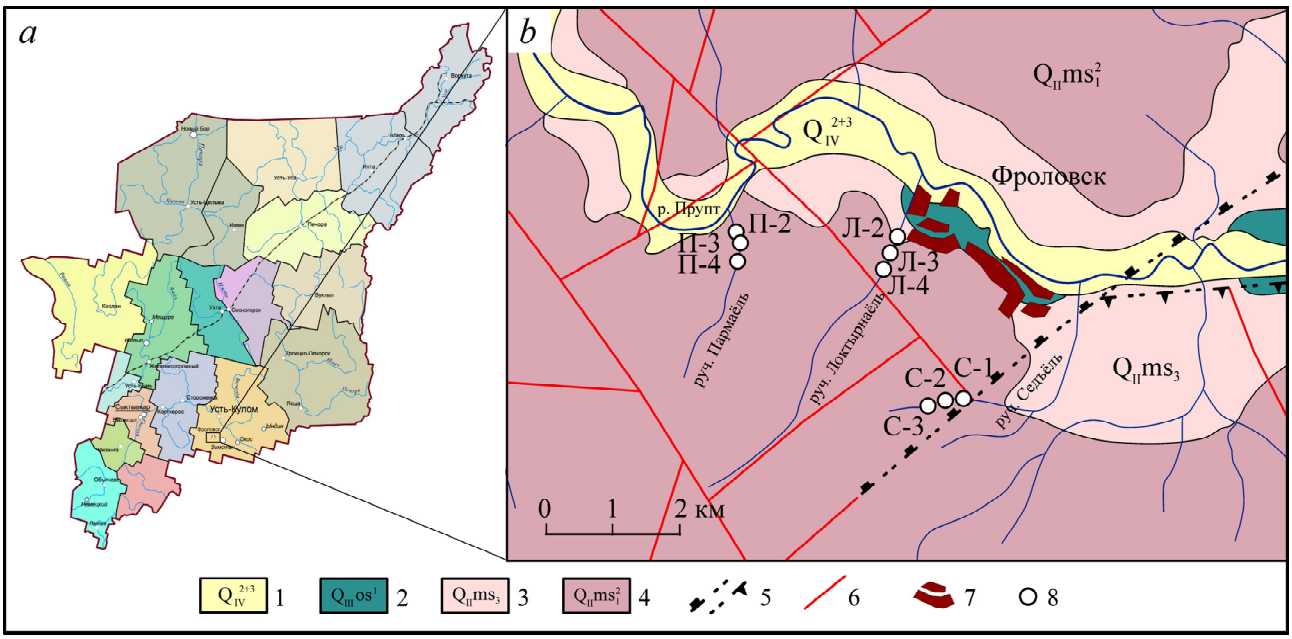


Рис. 1. Схематические карты: *a* — административно-территориальная карта Республики Коми, *b* — геологическая схема района работ и отбора проб, составлена на основе листа P-39-XXX [2].
1—4 — четвертичные отложения: 1 — аллювиальные отложения пойм и первых надпойменных террас (пески, суглинки, прослои торфа), 2 — озерно-ледниковые отложения террас и аллювиальные отложения (пески, алевролиты, глины, прослои галечников), 3 — озерно-ледниковые отложения (пески, прослои гравийников, галечников, алевролитов), 4 — озерно-ледниковые отложения (пески, пески с галькой, прослои галечников); 5 — предполагаемые разломы; 6 — установленные разрывные нарушения; 7 — населенный пункт; 8 — точки отбора проб

Fig. 1. Schematic maps: *a* — administrative-territorial map of Komi Republic, *b* — geological map of the studied area, compiled on the basis of the geological map P-39-XXX [2].
1—4 — Quaternary deposits: 1 — alluvial deposits of floodplains and the first supra-floodplain terraces (sands, loams, peat interbedding), 2 — lacustrine-glacial deposits of terraces and alluvial deposits (sands, aleurolites, clays, pebble interbedding), 3 — lacustrine-glacial deposits (sands, interbeds of gravels, pebbles, aleurolites), 4 — lacustrine-glacial deposits (sands, sands with pebbles, interbeds of pebbles); 5 — suspected faults; 6 — established disjunctive dislocations; 7 — settlement; 8 — sampling points

Таблица 1. **Золотоносность аллювиальных отложений Фроловского участка**

Table 1. **Gold concentrations of the alluvial deposits of the Frolovsky region**

Номер пробы Sample No.	Район сбора Collection area	Количество знаков золота в 0.01 м^3 Number of gold signs in 0.01 m^3	Концентрация золота, мг/м^3 Gold concentration, mg/m^3
С-1	руч. Седъёль	1	0.33
Л-4	руч. Локтырнаёль	2	0.20
П-2	руч. Пармаёль	4	6.77
П-3	руч. Пармаёль	13	179.51
П-4	руч. Пармаёль	30	16.18

Гранулометрия. В соответствии с нормативами классов крупности преобладающая часть золотин (более 96 %) относится к весьма мелкому (0.1—0.25 мм) и мелкому (0.25—1.0 мм) классам. При этом большая часть золота (62 %) сосредоточена в гранулометрическом классе 0.1—0.25 мм. В единичных случаях частицы соответствуют тонкому (0.05—0.1 мм) и среднему (1.0—2.0 мм) классам крупности (рис. 2, *a*). Иная картина по золоту наблюдается при учете массы частиц, 86 % от общей массы золота принадлежит одной золотине с массой 8.5 мг, остальные 24 % равномерно распределены по классам крупности от 0.15 до 0.50 мм.

Вариации частиц золота по гранулометрическим параметрам показаны на рис. 2 (*b*—*d*). Распределение частиц по максимальному размеру (длине) логнормальное с модой ~0.4—0.5 мм и характерным сильно вытянутым правым крылом. Аналогичное в целом распределение с модой ~0.2 мм имеют среднегеометрические значения размеров частиц золота. Используя диаграмму, выстроенную по степени уплощенности (КУ), все частицы золота условно можно подразделить на изометричные (КУ < 2, составляют 6 %), умеренно уплощенные (КУ от 2 до 10, составляют 92 %) и сильно уплощенные (КУ > 10, составляют 2 %). Такое же распределение частиц золота по геомет-

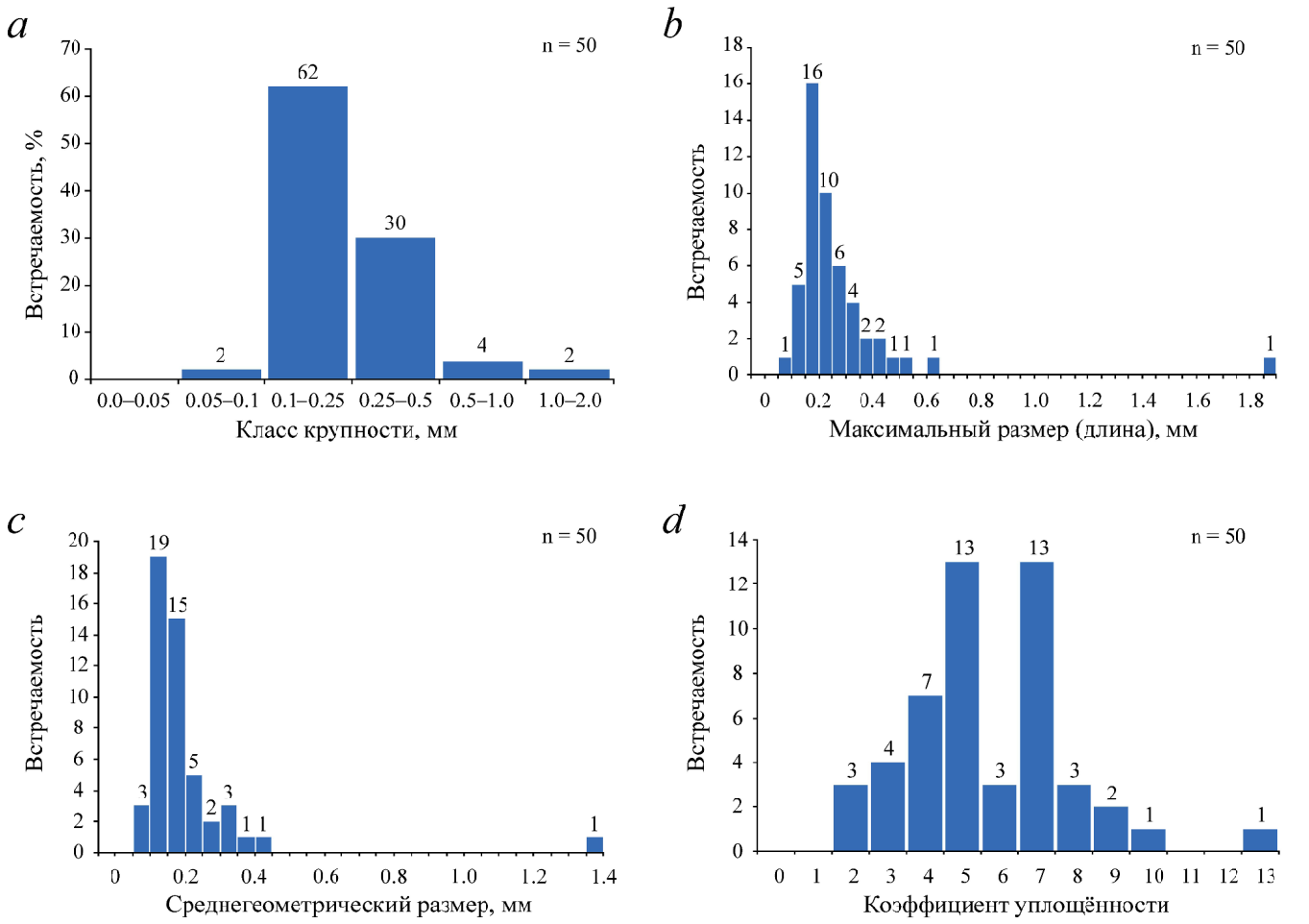


Рис. 2. Встречаемость золота разных классов крупности (*a*) и вариации золота по гранулометрическим параметрам: максимальному размеру (длине) (*b*), среднегеометрическому размеру (*c*), коэффициенту уплощенности (*d*)

Fig. 2. Gold occurrences frequency of different sizes (*a*) and variations of gold particles by size parameters: maximum dimension (length) (*b*), general geometric dimension (*c*), flatness coefficient (*d*)

рическим характеристикам в аллювиальных отложениях Среднекыввожского района (Средний Тиман) описывает Ю. В. Глухов с соавторами [3], делая вывод о ближних коренных источниках сноса.

Морфология и химический состав золота. Анализ морфологии золота Усть-Куломского района позволяет предположить аллотигенную природу большинства частиц. Признаками дальнего переноса предположительно можно считать уплощенные, пластинчатые и дисковидные формы золотин со сглаженными очертаниями (рис. 3, *a—p*) и нередко торцевыми валиками (рис. 3, *a, c, f—k, n*), приобретаемыми золотом в результате механического вальцевания при эоловой деятельности [13] и в водотоках [12]. Частицы золота в основном овальные и округлые, реже прямоугольные и треугольные. Вместе с тем встречаются угловато-округлые частицы, сохранившие неровности и микрорельеф ростовых поверхностей, среди них и редкие частицы крупного золота (рис. 3, *m, h*), вероятно, указывающие на близко расположенные коренные источники или свидетельствующие о более позднем поступлении золота в аллювий. Частицы золота характеризуются следами механического воздействия, нередко наличием борозд, а также сквозных отверстий.

Несмотря на то, что оптически золотины характеризуются однородным желтым цветом и ярким блеском, их поверхность испещрена субмикронными порами, часто корродирована и содержит примазки минеральных включений. С помощью микрозондового анализа при исследо-

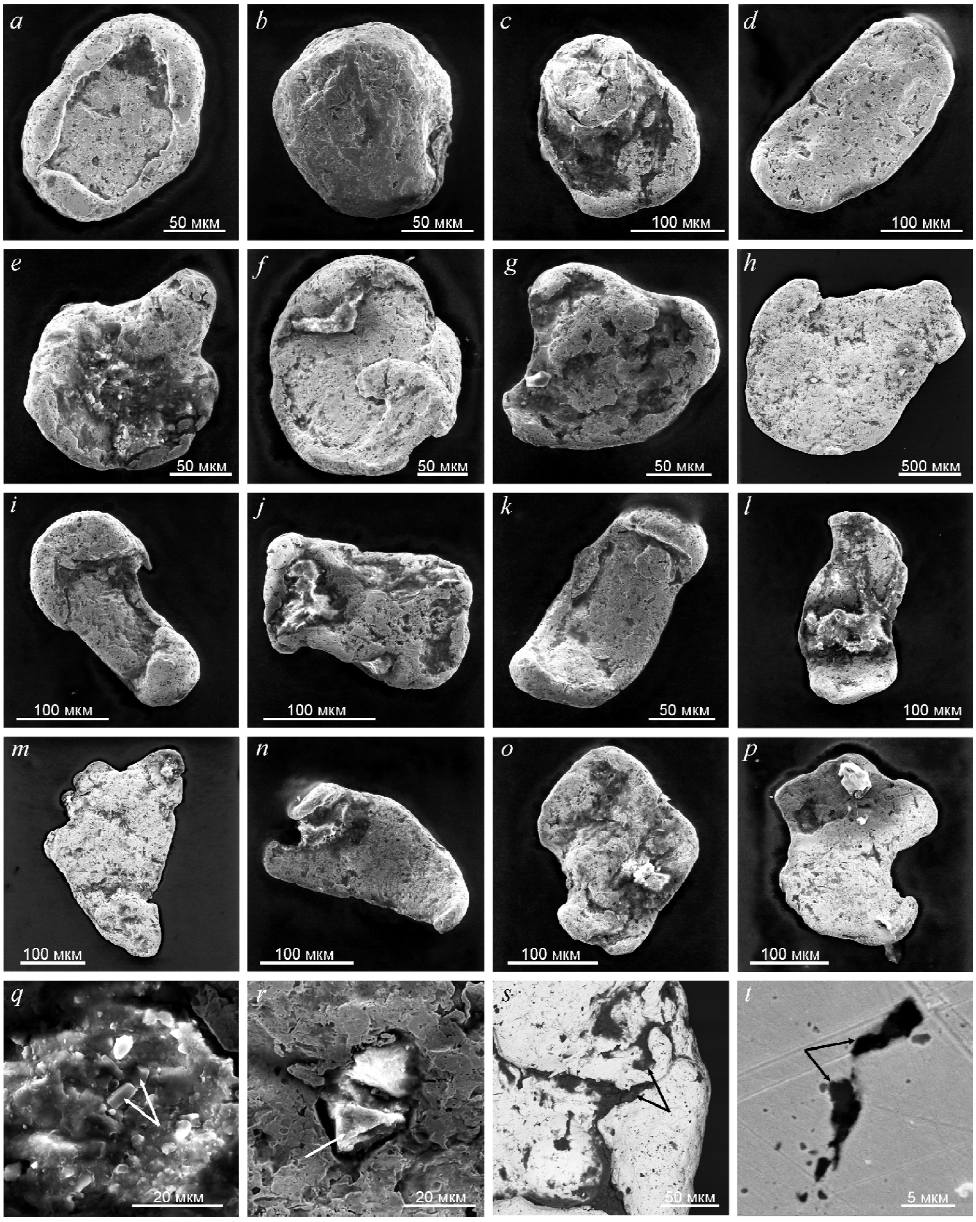


Рис. 3. Морфология и характер поверхности золота из аллювиальных отложений Усть-Куломского района (*a—r, t* — изображения во вторичных электронах, *s* — в отраженных электронах): формы россыпного золота (*a—p*), минеральные включения в золоте (*q—t*): *q* — кристаллы эпидота в алюмосиликатной массе; *r* — включение кварца; *s, t* — включения алюмосиликатов в трещинах и порах (*s* — на поверхности, *t* — в срезе золотины)

Fig. 3. Morphology and features of particles surface for gold from alluvial deposits of the Ust'-Kulom district (*a—r, t* — images in secondary electrons, *s* — in back scattered electrons): morphology of placer gold paricles (*a—p*), mineral inclusions in gold (*q—t*): *q* — crystals of epidote in aluminosilicate mass; *r* — inclusion of quartz; *s, t* — inclusions of aluminosilicates in fractures and pores (*s* — on surface, *t* — in section of a gold particle)

вании поверхности золота были диагностированы включения породообразующих и акцессорных минералов, в том числе кварца, эпидота и рутила, возможно полевого шпата и биотита (рис. 3, *q*—*t*).

Согласно данным микрозондового анализа, пришлифованные срезы частиц золота имеют неоднородный состав, при этом внутренние участки частиц характеризуются неравномерным распределением примеси Ag (до 14.83 мас. %), а приповерхностные зоны являются высокопробными, достигая 1000 ‰ (табл. 2). Распределение Au и Ag в пришлифованных золотинах указывает на наличие высокопробных каём (рис. 4). Кроме того, внутри частиц золота отмечено присутствие микроминеральных включений, представленных кварцем и алюмосиликатами (табл. 3, анализ 28; рис. 3, *t*).

При исследовании естественной поверхности золотин выявлено, что самый поверхностный слой является исключительно высокопробным, достигая 1000 ‰, лишь в редких случаях в его составе выявлена небольшая примесь Ag (до 3.28 мас. %), еще реже Al (до 0.27 мас. %) и в единичном случае была обнаружена примесь Cu (0.80 мас. %) (табл. 2). На поверхности частиц золота при микрозондовых наблюдениях в режиме упругоотраженных электронов нередко наблюдаются примазки Ca-K-Mg-Fe-содержащих алюмосиликатов, редко карбонатов с органическим материалом илистой фракции, вероятно захваченных в водном потоке (табл. 3).

Минеральный состав тяжелой фракции. Сопутствующие минералы из аллювиальных отложений Усть-Куломского района можно разделить на три основные группы:

Таблица 2. **Химический состав золота в центральных частях срезов и на естественной поверхности по данным микрозондового анализа, мас. %**

Table 2. **Chemical composition of gold in the central parts of sections and of the natural surface, microprobe analysis data, wt. %**

№ обр. Sample No.	В срезах / In sections			На поверхности / On surface				
	Ag min/max	Au min/max	Пробность (‰) Fineness (‰)	Al min/max	Cu min/max	Ag min/max	Au min/max	Пробность (‰) Fineness (‰)
С-1	—	—	—	—	—	—	100.00	1000
Л-4	—	—	—	0.25/0.27	—	1.14/3.22	96.78/99.74	968—997
П-2	1.35/14.83	85.17/98.65	852—987	—	—	—	100.00	1000
П-3	0.67/13.05	86.95/99.33	870—993	0.17/0.23	0.00/0.80	0.60/3.28	95.92/100.00	959—1000
П-4	0.00/12.85	87.15/100.00	872—1000	—	—	—	100.00	1000

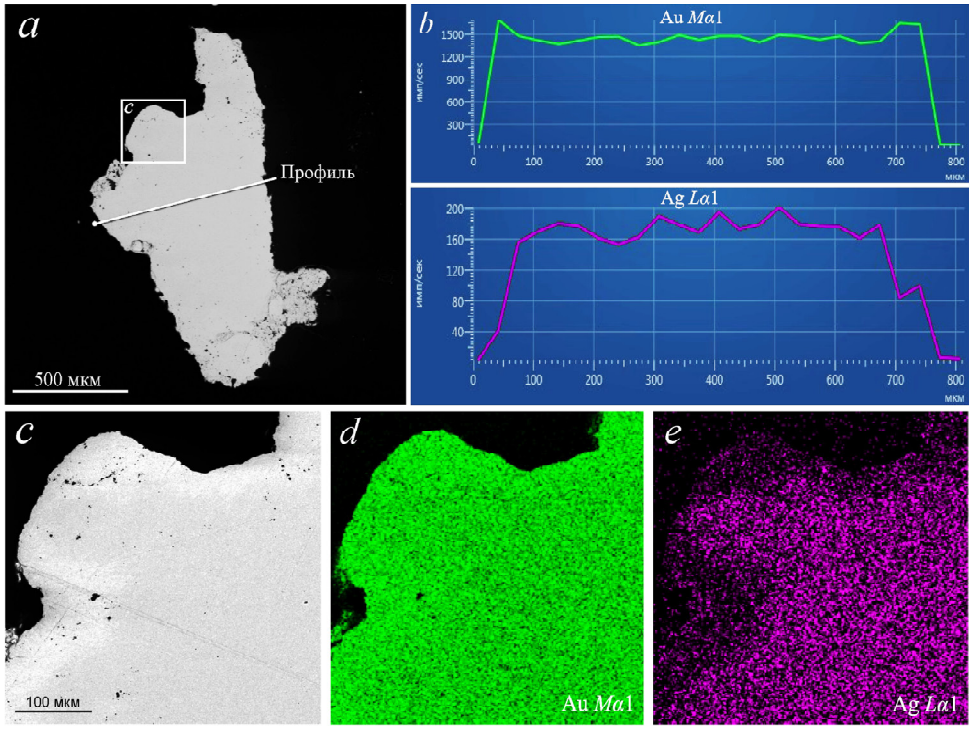


Рис. 4. Распределение Au и Ag в золоте (обр. П-3): *a* — микроизображение золота в срезе в отраженных электронах; *b* — распределение Au и Ag по профилю; *c* — изображение области картирования пришлифованной поверхности золотины в отраженных электронах (фрагмент участка на рис. *a*); *d, e* — данные поэлементного картирования по золоту (*d*) и серебру (*e*)

Fig. 4. Distribution of Au and Ag within a gold particle (sample П-3): *a* — microimage of gold particle in polished section, reflected electrons image; *b* — distribution of Au and Ag in profile on the fig. *a*; *c* — an image of mapping area, a back scattered electron image (fragment of the area in *a*); *d, e* — data of element mapping for gold (*d*) and silver (*e*)

Таблица 3. **Химический состав минеральных включений на поверхности и в срезе золотин по данным микрозондового анализа, мас. %**

Table 3. **Chemical composition of mineral inclusions on the natural and cut surfaces of the gold particles, microprobe analysis data, wt. %**

n	№ обр. Sample No.	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3
1	Л-4/1-3	2.03	6.07	23.98	47.40	—	2.81	2.75	1.90	—	13.06
2	Л-4/1-5	3.14	2.09	29.74	51.42	—	2.08	1.36	0.57	—	9.60
3	Л-4/2-3	—	—	—	98.88	—	—	—	—	—	1.12
4	Л-4/2-4	—	—	30.96	50.61	—	2.06	5.21	1.69	—	9.47
5	П-3/2-3	—	—	4.79	86.64	—	0.49	0.22	5.35	—	2.51
6	П-3/2-4	—	—	—	100.00	—	—	—	—	—	—
7	П-3/2-5	—	—	—	100.00	—	—	—	—	—	—
8	П-3/3-3	—	—	0.91	99.09	—	—	—	—	—	—
9	П-3/3-4	—	0.84	34.33	56.67	—	0.35	0.72	0.29	—	6.79
10	П-3/3-5	—	2.31	28.97	56.97	—	1.45	1.04	0.33	—	8.93
11	П-3/4-3	—	—	1.78	97.21	—	—	—	—	—	1.01
12	П-3/4-4	—	—	—	100.00	—	—	—	—	—	—
13	П-3/5-3	—	—	1.72	96.48	—	—	—	0.76	—	1.05
14	П-3/5-4	—	—	1.45	97.07	—	—	—	0.00	—	1.48
15	П-3/5-5	—	—	—	—	—	1.23	2.42	81.37	—	14.98
16	П-2/1-2	—	—	—	100.00	—	—	—	—	—	—
17	П-2/1-3	—	2.23	19.48	64.73	—	1.85	1.50	0.73	—	9.48
18	П-2/1-4	—	—	38.41	49.50	—	—	—	—	—	12.10
19	П-2/2-3	—	0.66	4.92	92.08	—	0.39	0.39	0.20	—	1.36
20	П-2/2-4	0.86	3.67	28.65	57.03	—	3.51	0.90	0.67	—	4.71
21	П-2-2-5	—	—	0.80	98.93	—	—	—	—	—	0.27
22	П-2/4-3	—	—	—	97.89	—	—	—	2.11	—	0.00
23	П-4/8-3	—	—	29.97	52.03	—	2.41	1.71	—	—	13.89
24	П-4/8-4	—	—	41.31	41.65	—	—	—	—	—	17.04
25	П-4/3-3	0.98	3.19	22.59	55.62	—	2.07	1.31	0.57	—	13.67
26	П-4/3-4	1.17	1.31	9.21	81.73	1.13	0.75	1.31	0.44	—	2.95
27	П-4/3-5	—	—	—	99.51	—	—	—	—	—	0.49
28	П-3/11-6	—	0.61	12.00	74.18	—	0.38	1.16	3.11	0.33	8.23

Примечание: составы микроминеральных включений нормированы на 100 % в связи с полученными некорректными суммами из-за неровности поверхности частиц золота. Анализ 28 — включение полифазного минерального агрегата (предположительно алюмосиликатной породы) в срезе частицы золота.

Note: compositions of micromineral inclusions are normalized to 100 %, due to incorrect amounts because of surface roughness of the gold particles. Analysis 28 — an inclusion of a polyphase mineral aggregate (presumably aluminosilicate rock) in a polished section of the gold particle.

— обломочные минералы, представленные магнитной фракцией в виде магнетита. Минерал имеет хорошую сохранность и слабую окатанность.

— обломочные минералы, относящиеся к электромагнитной фракции, главные из которых гранат, эпидот, ильменит, ставролит, хромшпинелиды, амфиболы, в единичных количествах встречается пироксен, турмалин и гидроксиды Fe. Гранат в основном имеет пироп-альмандиновый, спессартин-альмандиновый и андрадит-альмандиновый состав. Хромшпинелиды являются высокохромистыми (от 39.40 до 56.56 мас. % Cr_2O_3), представлены в различной степени окатанными зернами, а также их обломками.

— минералы немагнитной фракции, среди которых встречены циркон, кианит, рутил, лейкоксен, силлиманит. В единичных зернах — титанит, анатаз, корунд, шпинель, апатит, лопарит и брукит.

Минеральный состав тяжелой фракции (хромшпинелид-ставролит-ильменит-эпидот-гранатовый) из аллювиальных отложений Фроловского участка Усть-Куломского района показан на круговых диаграммах (рис. 5).

Анализируя в целом минеральный состав проб, можно отметить широкое представительство характерных минералов метаморфических и магматических пород. Боль-

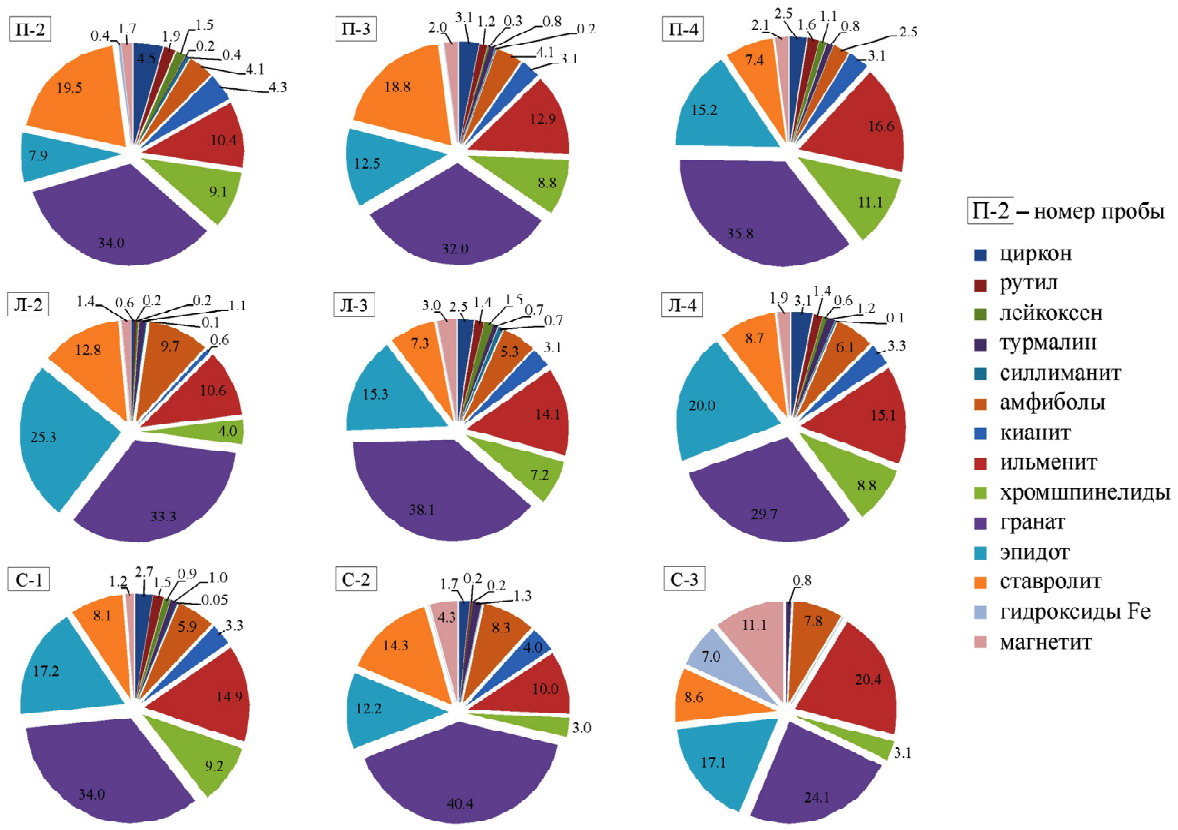


Рис. 5. Минеральный состав тяжелой фракции из аллювиальных отложений Фроловского участка Усть-Куломского района (об. %)

Fig. 5. Mineral composition of heavy fraction from alluvial deposits of the Frolovsky ragion of the Ust'-Kulom district (vol. %)

шинство минералов, таких как гранат, кианит, ставролит, амфиболы, а также силлиманит, относятся к минералам метаморфической ассоциации и могут быть связаны со Фенноскандинавской питающей провинцией и ее докембрийскими метаморфическими комплексами [4]. Присутствие эпидота в осадках кайнозоя Восточно-Европейской платформы обычно связывают с влиянием Уральской питающей провинции [1]. Важной особенностью россыпей Усть-Куломского района является постоянное присутствие хромшпинелидов, содержание которых достигает в тяжелой фракции 11 %, а также наличие ильменита, единичных знаков корунда и шпинели. Наличие хромшпинелидов и ильменита обычно объясняют ультрабазитовыми источниками [5]. Поступление этих минералов уместно связывать с размывом протяженных региональных поднятий, в которых широко развиты не только метаморфические, но и магматические комплексы пород.

Как видно из представленных данных, ведущие шлиховые минералы непосредственно связь с золотом не отражают. Обращает на себя внимание наличие в шлихах единичных знаков корунда и шпинели, указывающее на некоторую аналогию с золотоносными юрскими базальными отложениями Сысольской структуры [5]. По минеральному составу тяжелой фракции проб для исследуемого района можно предположить наличие двух разных питающих провинций.

Коренные источники россыпного золота в Усть-Куломском районе до настоящего времени не известны. Подобное исследованному золото было описано в четвертичных аллювиальных отложениях на северо-востоке Северо-Восточной платформы, источниками которого предположительно являются разные осадочные коллекторы в широком возрастном диапазоне — от докембрия до палеозоя [4], а также в отложениях чехла Сибирской платформы [11]. Крупное золото по гранулометрическим характеристикам описывалось на Среднем Кывоже (Средний Тиман) в работе [3], в которой авторы делают выводы о непосредственной близости коренных источников. Однако на Тимане под чехлом маломощных четвертичных отложений залегают породы рифея, в которых могут быть локализованы коренные проявления золота. Фроловский же участок принадлежит к области развития платформенного чехла, причем под покровом четвертичных отложений залегают пермские осадочные породы, в которых в качестве возможного источника золота могут присутствовать промежуточные коллекторы в виде базальных конгломератов [4]. Отмеченные признаки вдавливания на поверхности золотин микроминеральных включений и алюмосиликатных минералов, а также наличие борозд и сквозных отверстий, возникших, вероятно, в результате литостатического давления вышележащих толщ [8], позволяют сделать предположение о поступлении золота из древнего коллектора пермского возраста.

Анализ морфогенетических особенностей, минеральных включений, пробности и примесного состава золота из аллювиальных отложений Фроловского участка указывают на то, что его коренной источник относится к золотокварцевой формации, о чем свидетельствуют микро-

включения кварца, однообразное распределение серебра в золоте и отсутствие других примесей. Присутствие высокопробных каём у золотин может указывать на его преобразование золота в корах выветривания, наложенных на зоны гидротермальной минерализации, либо непосредственно в россыпи [10; 11].

Несмотря на предполагаемое наличие разных питающих источников минеральной ассоциации исследованных россыпей, золото Фроловского участка, скорее всего, можно отнести к одному источнику, учитывая его единообразный химический состав и внутреннее строение. Плохая сортировка золотин по гранулометрическому составу, а также присутствие весьма крупного золота указывает на близость источника. Наличие валиков по периферии частиц свидетельствует о том, что золото подвергалось механическому преобразованию в эоловых условиях или в водотоках. Влияние эоловых процессов на преобразование и формирование россыпей в других областях детально рассмотрено в статье З. С. Никифоровой с соавторами [9]. На основании имеющегося относительно ограниченного фактического материала судить уверенно о дальности/близости коренного источника пока затруднительно. И все же имеющиеся данные позволяют сделать некоторые предположения.

В настоящее время сведения о достоверно установленных магматических и гидротермальных образованиях для исследованной территории отсутствуют [4]. Однако данные космо- и аэрофотосъемки, а также геофизические исследования [2, 6] свидетельствуют о наличии в районе долгоживущих зон тектонических нарушений северо-восточного простирания и ортогональных разломов, которые могли служить рудоподводящими каналами для золотоносного оруденения.

Заключение

В результате детального изучения россыпного золота Фроловского участка Усть-Куломского района выявлен ряд типоморфных особенностей: высокая пробность, отсутствие элементов-примесей, высокопробные каймы всех частиц золота, плохая гранулометрическая сортировка, присутствие весьма крупного золота, микровключения кварца и алюмосиликатных минералов, морфология частиц (уплощенные, пластинчатые и дисковидные формы золотин) со сглаженными очертаниями и нередко торцевыми валиками, а также наличие борозд и сквозных отверстий.

Совокупность имеющихся морфогенетических признаков указывает на близость россыпного золота к коренному источнику и его связь с малосульфидной золотокварцевой формацией, а также позволяет сделать предположение о поступлении золота в аллювиальную россыпь Фроловского участка из древнего коллектора пермского возраста.

Полученные данные о типоморфных особенностях россыпного золота аллювиальных отложений Фроловского участка имеют значение для анализа золотоносности южных районов Республики Коми.

Авторы выражают благодарность А. А. Зубову за проведение шлихового опробования, Е. М. Тропникову за помощь в выполнении аналитических работ, Ю. В. Глухову, И. Х. Шумилову за научные консультации, З. С. Двойниковой за проведение минералогического анализа. Работа выполнена в рамках темы НИР ГР № АААА-А17-117121270036-7.

Литература

1. *Андреичева Л. Н.* Плейстоцен Европейского Северо-Востока / УрО РАН. Екатеринбург, 2002. 322 с.

2. *Аэрофотогеологическая* карта междуречья Вычегды и Камы масштаба 1:200 000: Серии Тиманская, Пермская. Листы P-39-XXIV (Усть-Кулом); XXIX (Лопыдино); XXX (Верх. Лупья); P-40-XXV (Нижний Воч). Объяснительная записка. Сост. А. К. Ивченко и др. СПб.: Изд-во СПб. картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. 130 с. + 6 вкл. (МПР РФ, «Аэрогеология»).

3. *Глухов Ю. В., Кузнецов С. К., Савельев В. П., Котречко Е. Ю.* Золото из аллювиальных отложений среднего Кыввожа (Вольско-Вымская гряда, Тиман) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2018. № 1(33).

4. *Глухов Ю. В., Филиппов В. Н., Исаенко С. И., Макеев Б. А.* Мелкое золото северо-востока Восточно-Европейской платформы (Сысольская и Мезенская впадины) // Минералы и минералообразование, структура, разнообразие и эволюция минерального мира, роль минералов в происхождении и развитии жизни, биоминеральные взаимодействия. Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. С. 350—385.

5. *Глухов Ю. В., Щербаков Э. С., Макеев Б. А., Исаенко С. И., Феоктистова А. Н.* Распространённость акцессорных минералов и их ассоциации в осадочных отложениях Сысольской впадины // Сыктывкарский минералогический сборник. 2007. № 35. С. 22—36.

6. *Конанова Н. В., Удоратин В. В., Магомедова А. Ш.* Магнитные аномалии зоны сочленения северо-восточной части Волго-Уральской антеклизы и Вычегодского прогиба // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2017. № 12. С. 25—30.

7. *Методика* разведки россыпей золота и платиноидов / Под ред. И. Б. Флерова и В. И. Куторгина. М.: ЦНИГРИ, 1992. 288 с.

8. *Никифорова З. С., Филиппов В. Е.* Золото псевдорудного облика в древних конгломератах // Докл. АН СССР. 1990. Т. 311. № 2. С. 455—457.

9. *Никифорова З. С., Филиппов В. Е., Герасимов Б. Б.* Влияние эоловых процессов на образование золотоносных россыпей в различные эпохи развития Земли // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 5. С. 517—528.

10. *Николаева Л. А.* Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках и оценке руд и россыпей. Москва: Недра, 1978. 102 с.

11. *Петровская Н. В.* Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса). М.: Наука, 1973. 347 с.

12. *Перспективные* геотехнологии / Отв. редактор Н. П. Юшкин. СПб.: Наука, 2010. С. 112—118.

13. *Филиппов В. Е., Никифорова З. С.* Формирование золота при воздействии эоловых процессов. Новосибирск: Наука, 1998. 160 с.

References

1. Andreicheva L. N. *Pleistotsen Evropeiskogo Severo-Vostoka* (Pleistocene of the European North-East). Ekaterinburg: UB RAS, 2002, 322 pp.

2. *Aerofotogeologicheskaya karta mezhdurechya Vychegdy i Kamy masshtaba 1:200 000: Serii Timanskaya. Permskaya. Listy R-39-XXIV (Ust-Kulom); XXIX (Lopydino); XXX (Verh. Lup'ya); R-40-XXV (Nizhnii Voch). Ob'yasnitel'naya zapiska.* (Aerophotogeological map of area between the Vychegda and Kama riv-

ers, scale 1:200000: Series Timan, Perm. Sheets R-39-XXIV (Ust-Kulom); XXIX (Lopydino); XXX (Verh. Lup'ya); R-40-XXV (Nizhnii Voch)). Explanatory note. Eds. A. K. Ivchenko et al. St. Petersburg: VSEGEI, 2001, 130 pp.

3. Gluhov Yu. V., Kuznetsov S. K., Savelev V. P., Kotrechko E. Yu. *Zoloto iz allyuvialnyh otlozhenii srednego Kyvvozha (Volsko-Vymskaya gryada, Timan)* (Gold from alluvial deposits of Middle Kyvozh (Volsko-Vym ridge, Timan). Proceedings of Komi Science Center UB RAS, No.1(33), Syktyvkar, 2018.

4. Gluhov Yu. V., Filippov V. N., Isaenko S. I., Makeev B. A. *Melkoe zoloto severo-vostoka Vostochno-Evropeiskoi platformy (Sysolskaya i Mezenskaya vpadiny) (Small gold of North-East of East European platform (Sysola and Mezen troughs)*. In: *Mineraly i mineraloobrazovanie, struktura, raznoobrazie i evolyutsiya mineralnogo mira, rol mineralov v proishozhdenii i razvitii zhizni, biomineralnye vzaimodeistviya* (Minerals and mineral formation, structure, diversity and evolution of mineral world, role of minerals in life genesis, biomineral interactions). Syktyvkar: Institute of geology of Komi SC UB RAS, 2008, pp. 350—385.

5. Gluhov Yu. V., Scherbakov E. S., Makeev B. A., Isaenko S. I., Feoktistova A. N. *Rasprostranennost aktsessornyh mineralov i ih assotsiatsii v osadochnyh otlozheniyah Sysol'skoi vpadiny* (Distribution of accessory minerals and their associations in sedimentary deposits of Sysola trough). *Syktyvkarskii mineralogicheskii sbornik* (Syktyvkar collection of mineralogical works). Syktyvkar, 2007, No. 35, pp. 22—36.

6. Konanova N. V., Udoratin V. V., Magomedova A. Sh. *Magnitnye anomalii zony sochleneniya severo-vostochnoi chasti Volgo-Uralskoi anteklizy i Vychegodskogo progiba* (Magnetic anomalies of junction zone of north-eastern part of Volga-Ural anteclise and Vychegda trough). Vestnik of Institute of geology Komi SC UB RAS, 2017, No. 12, pp. 25—30.

7. *Metodika razvedki rossypei zolota i platinoidov* (Methods of exploration for gold placers). Ed. I. B. Flerov and V. I. Kutorgin. Moscow: TsNIGRI, 1992, 288 pp.

8. Nikiforova Z. S., Filippov V. E. *Zoloto psevdorudnogo oblika v drevnikh konglomeratakh* (Gold of pseudoore appearance in old conglomerates). Doklady Earth Sciences, 1990, V. 311, No. 2, pp. 455—457.

9. Nikiforova Z. S., Filippov V. E., Gerasimov B. B. *Vliyaniye eolovykh protsessov na obrazovaniye zolotonosnykh rossypey v razlichnyye epokhi razvitiya Zemli* (Influence of eolian processes on formation of gold placers in different epochs of Earth history). Geologiya i geofizika, 2005, V. 46, No. 5, pp. 517—528.

10. Nikolaeva L. A. *Geneticheskiye osobennosti samorodnogo zolota kak kriterii pri poiskah i otcenke rud i rossypey* (Genetic features of native gold as criteria at search and evaluation of ores and placers). Moscow: Nedra, 1978, 102 pp.

11. Petrovskaya N. V. *Samorodnoe zoloto (obschaya harakteristika, tipomorfizm, voprosy genezisa)* (Native gold (general characteristics, typomorphism, genesis). Nauka, 1973, 347 pp.

12. *Perspektivnye geotehnologii* (Advanced geotechnologies). Ed. N. P. Yushkin. St. Petersburg: Nauka, 2010, 376 pp.

13. Filippov V. E., Nikiforova Z. S. *Formirovanie zolota pri vozdeistvii eolovyh protsessov* (Formation of gold affected by eolian processes). Novosibirsk: Nauka, 1998, 160 pp.