

ВЕГА МИЛЬТОН, аспирант, *wailertca@gmail.com*
Национальный минерально-сыревой университет «Горный», Санкт-Петербург

VEGA MILTON, post-graduate student, *wailertca@gmail.com*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint-Petersburg

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РОССЫПНОГО ЗОЛОТА РЕКИ МАРАНЬОН (ПЕРУ)

Приведены результаты исследования золота из россыпи рек Мараньон, Уайябамба, Чамая, находящихся в северной части Перу (провинция Кахамарка). Выявлены особенности состава золота, которые позволили сделать вывод о множественности коренных источников золота россыпей и о наличии древних разработок, при извлечении золота в которых использовался метод амальгамирования.

Ключевые слова: золотоносные россыпи, Перу, река Мараньон, вещественный состав золота.

FEATURES OF THE GOLD'S COMPOSITION FROM THE PLACERS OF RIVER MARANON (PERU)

The paper presents the results of a study of gold from placer deposits of the rivers Marañón, Guayabamba, Chamaya which are located in the north of Peru, Cajamarca Province. There were founded peculiarities of gold, which let make the following conclusion: it was determined that there are a multiple quantity of primary sources of gold placer deposits and it was found the presence of ancient development and extraction of gold, which used the method of amalgamation.

Key words: golden placers, Peru, river Marañón, material composition of gold.

В 2010 г. были проведены поисковые работы на россыпи бассейна р. Мараньон в провинции Кахамарка (Перу). Район работ находится на восточном склоне Анд и охватывает долину рек Мараньон, Уайябамба и Чамая. Длина русла р. Мараньон в пределах района работ составляла 110 км.

Интерес к изучаемому объекту появился из-за отсутствия крупных разработок россыпей в северной части Перу. Хотя россыпи в течение многих лет разными способами отрабатывались индейцами и местными жителями, но масштабных исследований и углубленного изучения территории р. Мараньон не было [3].

Предполагается, что главным источником россыпного золота в данном районе

являются многочисленные золоторудные месторождения и рудопроявления, развитые в Андах в бассейне верхнего течения р. Мараньон. На металлогенической карте золота Перу выделено несколько золотоносных районов с известными месторождениями [4], например:

- золото-медное порфиоровое месторождение Серро-Корона и Минас Конга – запасы 228000 унций Au и 220000 т Cu;
- месторождение Пероль – запасы 9000 унций Au и 1000 т Cu;
- медно-золото-молибденовое месторождение Галено с запасами 486 тыс.т металла, 0,57 % Cu и 0,14 г/т Au;
- месторождение Ла Колорада с содержаниями 3,1 г/т Au и 250 г/т Ag.

Эти месторождения находятся выше по р. Мараньон и являются возможными источниками накопления Au в россыпях на изученной территории. Река Мараньон и ее притоки в своих верховьях являются типичными горными водотоками с крутыми углами наклона русел. Все они находятся в стадии глубинной эрозии и имеют узкие V-образные долины, практически совпадающие по ширине с паводковым руслом. Золотоносные площади эродированы как самой р. Мараньон, так и ее притоками, стекающими с восточного и западного хребтов Анд.

Геологическая характеристика бассейна р. Мараньон. Рассматриваемый район сложен породами позднего мезозоя и кайнозоя. Большую часть территории района образуют мезозойды. Породы триасово-юрского и юрского возрастов пользуются небольшим распространением. Они образуют коренной выход длиной 12 км и шириной до 3 км в левом борту р. Мараньон. В меньшей степени развиты песчаники раннего мела, обнажающиеся в южной части района в долине Мараньона. Более широко развиты образования среднего и позднего мела, представленные известняками и частично «звонкими» конгломератами высокой степени цементации. Породы мелового возраста слагают наиболее высокие горные участки рельефа.

Породы мезозоя интенсивно дислоцированы, смяты в складки с углами наклона крыльев от пологих до крутых и разбиты разломами. В западной части района они прорваны интрузией гранитоидов.

Достаточно широко развиты породы кайнозоя с полным спектром возрастов. Породы палеогена представлены песчаниками с подчиненным количеством конгломератов. Они слагают средне- и низкогорные участки рельефа в левом борту Мараньона. Песчаники палеогена смяты в складки со средними и малыми углами наклона крыльев.

Породы неогена, представленные песчаниками и слабо сцементированными конгломератами, слагают низкогорные участки рельефа. Они смяты в складки с пологими углами наклона крыльев.

Горизонтально залегающие породы четвертичного возраста, которые выстилают днища долин, представлены аллювиальными галечниками и частично – песчано-илистыми осадками [2]. Отмечаются лессовые супеси мощностью до 2 м, развитые на равнинной поверхности, в правом борту Мараньона, в северной части района. Они образовались за счет частых пыльных бурь, выдувающих мелкозем с обширных кос в русле Мараньона в сухое зимнее время года.

Главной целью геологических работ 2010 г. была оценка потенциальной промышленной золотоносности аллювия рек Мараньон, Чамайя и Уайябамба, а также опробование конгломератов, обнажающихся в бортах рек. Для решения этой задачи были отобраны пробы с интервалом порядка 1 км. Фактическая масса проб составляла 35–40 кг. После удаления галек, илистой фракции и промывки масса проб составила 0,2–0,3 кг. Всего было отобрано 60 проб из руслового аллювия: р. Мараньон – 44 пробы, р. Чамайя – 12 проб, р. Уайябамба – 3 пробы, в нижнем левом притоке р. Уайябамба – 1 проба. Наиболее детально было проведено исследование выделенного из шлихов золота: были изучены его морфологические особенности, вещественный состав, онтогенетические особенности индивидов.

Описание россыпного золота. Для проведения микронзондовых анализов были отобраны 115 зерен золота, которые пришлось на 23 пробы р. Мараньон, 3 пробы р. Чамайя и 2 пробы на р. Уайябамба. В каждой пробе было выделено от 1 до 13 золотинок (см. таблицу).

Характерный цвет золота в зернах – желтый, с различными оттенками коричневого, зеленого и серого цветов. Зерна золота имеют шагреновую поверхность. На поверхности относительно крупных золотинок просматриваются следы вдавливания угловатых зерен посторонних минералов. Все зерна золота имеют чешуйчатую и листоватую форму, что указывает на весьма длительное пребывание их в подвижной водной среде и дальний перенос [1].

Характеристика золотин, подготовленных для микронзондового анализа

Номер пробы	Количество золотин во фракции		Цвет золотин	Место отбор
	-0,75+0,25 мм	-0,25+0,15 мм		
308	5	4	–	р.Мараньон
313	1	1	Темно-желтые	« «
324	1	–	–	« «
326	3	–	Желтые с черными пятнами	« «
327	1	–	–	« «
328	2	–	–	« «
333	1	4	Желтые с серыми пятнами	« «
342	1	–	–	« «
344	7	6	Три зерна более 1 мм, желтые и темно-желтые и коричнево-желтые	« «
345	1	–	–	« «
356	13	5	Ярко-желтые, два зерна (+0,25 мм) с темными пятнами	« «
358	1	7	–	« «
363	1	–	–	« «
371	5	10	Несколько зерен (-0,25 мм) светло-желтого цвета	р.Чамайя
379	5	4	Одно зерно размером 1 мм, два зерна светло-желтого цвета	« «
381	1	–	–	р.Уайябамба
385	2	1	–	р.Чамайя
329	–	2	–	р.Мараньон
332	–	5	Один кристалл темно-желтого цвета	« «
335	–	7	–	« «
340	–	2	Желтые с коричневыми трещинами	« «
341	–	4	Одно зерно светло-желтое и три зерна желтые	« «
351	–	6	–	« «

Анализ и интерпретация результатов микронзондового анализа. В результате исследования 115 зерен было получено 623 микронзондовых анализа, из которых 499 – точечные и 124 – площадные (средние значения).

Получены следующие результаты:

1. Зерна золота, отобранные из одной пробы, могут значительно отличаться по цвету и морфологическим особенностям (рис.1, 2).

2. Центральные части золотинок, которые можно рассматривать как не затронутые экзогенными изменениями, содержат от 40 до 95 % золота с преобладанием пробыности 800-950 (рис.3 и 4).

3. Вторым по значимости элементом в составе золотин является серебро, содержание которого составляет от 3-5 до 10-20 %, а в одной из проб достигает 60 % (проба 329-1). В отдельных зернах присутствует от 0,1 до 2 % железа (вероятно, поверхностного в виде бурых пленок на поверхности золотин).



Рис.1. Проба 44, индивиды золота из россыпи, отличающиеся по цвету и морфологическим особенностям

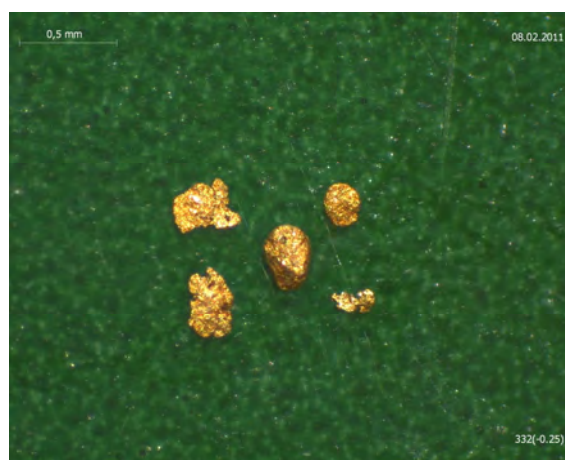
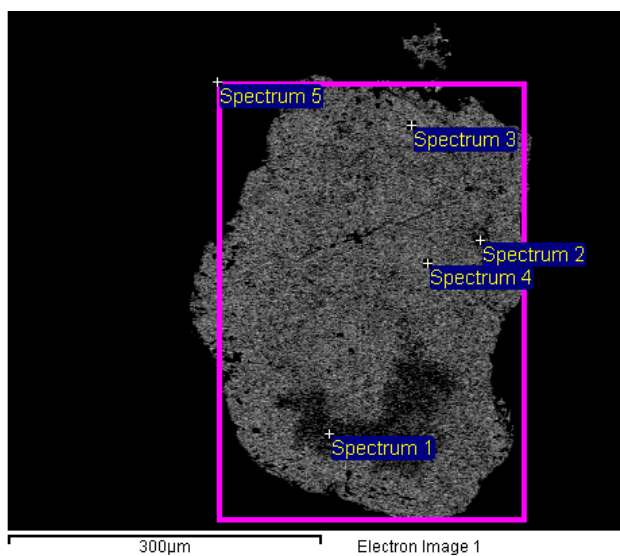


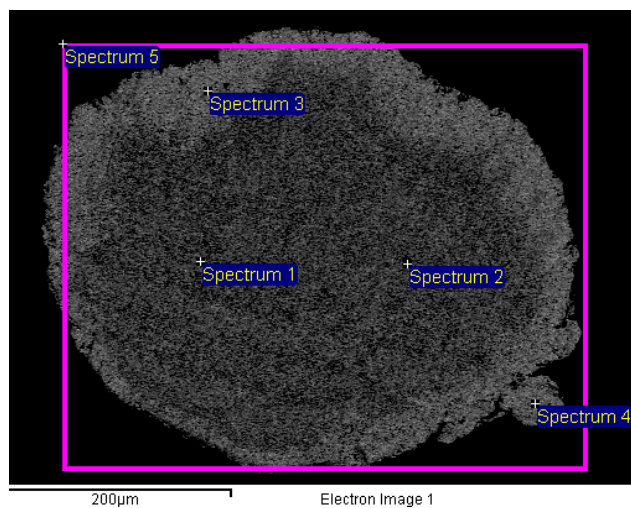
Рис2. Проба 332, расплюснутые и округлые зерна россыпного золота



Зерно 71-5

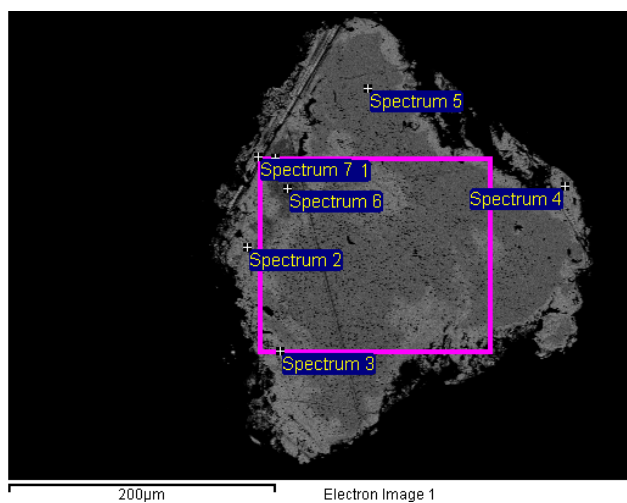
Точка	Ag, %	Au, %
Spectrum 1	18,42	81,58
Spectrum 2	9,43	90,57
Spectrum 3		100,00
Spectrum 4		100,00
Spectrum 5	3,41	96,59

Рис.3. Золотина с широкой каймой высокопробного золота и реликтовыми участками первичного золота



Зерно 63-1

Точка	Ag, %	Au, %
Spectrum 1	17,97	82,03
Spectrum 2	17,78	82,22
Spectrum 3		100,00
Spectrum 4		100,00
Spectrum 5	12,27	87,73



Зерно 329-1

Точка	Ag, %	Au, %
Spectrum 1	53,09	46,91
Spectrum 2	3,16	96,84
Spectrum 3	0,95	99,05
Spectrum 4	11,48	88,52
Spectrum 5	26,75	73,25
Spectrum 6	50,89	49,11
Spectrum 7	21,49	78,51

Рис.4. Золотины с узкими каймами высокопробного золота и с центральной частью, в различной степени обогащенной серебром

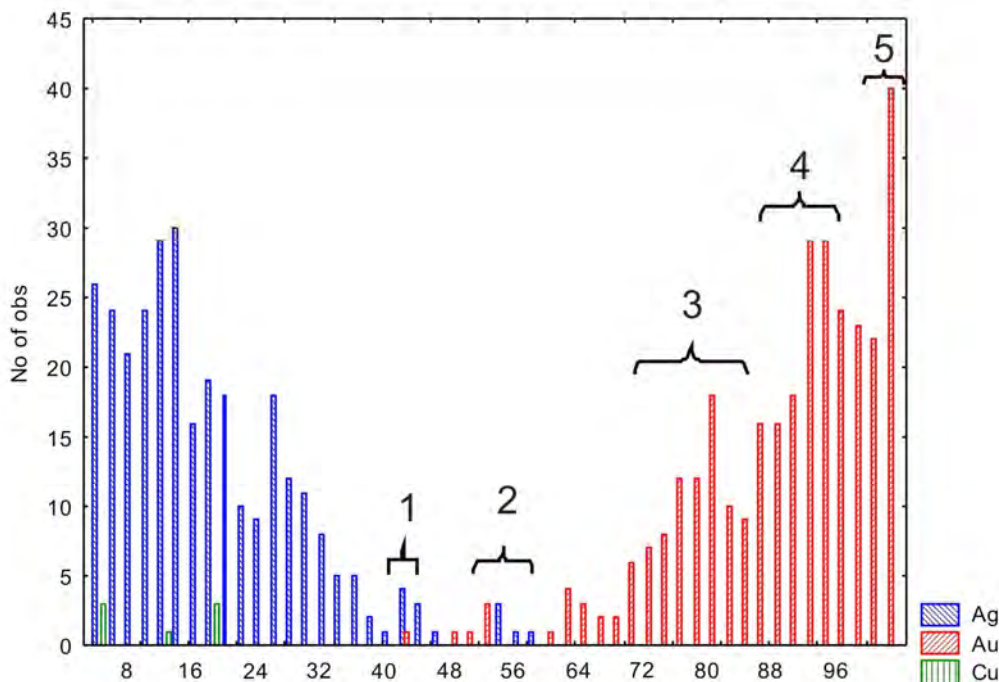
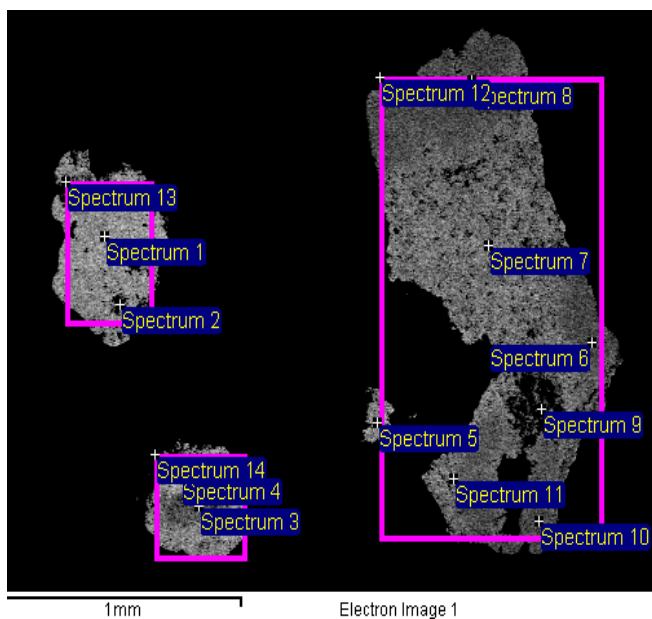


Рис.5. Гистограмма распределения золотинок по содержанию основных компонентов, %



Проба зерен	Точки	Ag, %	Au, %	Cu, %	
44-1	Spectrum 5	15,05	83,9	1,05	
	Spectrum 6	17,11	68,67	14,21	
	Spectrum 7	10,27	87,78	1,95	
	Spectrum 8	17,56	67,57	14,87	
	Spectrum 9	9,9	88,8	1,3	
	Spectrum 10	16,69	69,06	14,25	
	Spectrum 11	15,61	74,43	9,96	
	Spectrum 12	16,86	78,42	4,72	
	44-2	Spectrum 1	1,18	98,24	0,58
		Spectrum 2		100	
		Spectrum 13	1,36	98,64	
	44-3	Spectrum 3	32,34	67,66	
Spectrum 14		13,99	85,37	0,64	

Рис.6. Золотина с участками, обогащенными медью

Статистический анализ состава золота позволил выделить различные группы золота преимущественно по соотношению содержания Au и Ag (рис.5).

В одной из проб (проба 44) встретились три зерна медистого золота с содержанием 1-12 % Cu (рис.6), тогда как во всех остальных пробах медь в составе золотинок отсутствовала.

В ряде зерен установлены каемки с высоким содержанием ртути (амальгамы). Эти зерна визуально выделяются светло-желтым цветом (рис.7). Важно отметить, что граница каемок амальгамы и золота – не четкая, а постепенная, с плавным переходом от амальгамы к золоту. Данный факт указывает на то, что амальгамирование зерен произошло достаточно давно, за прошедшее с

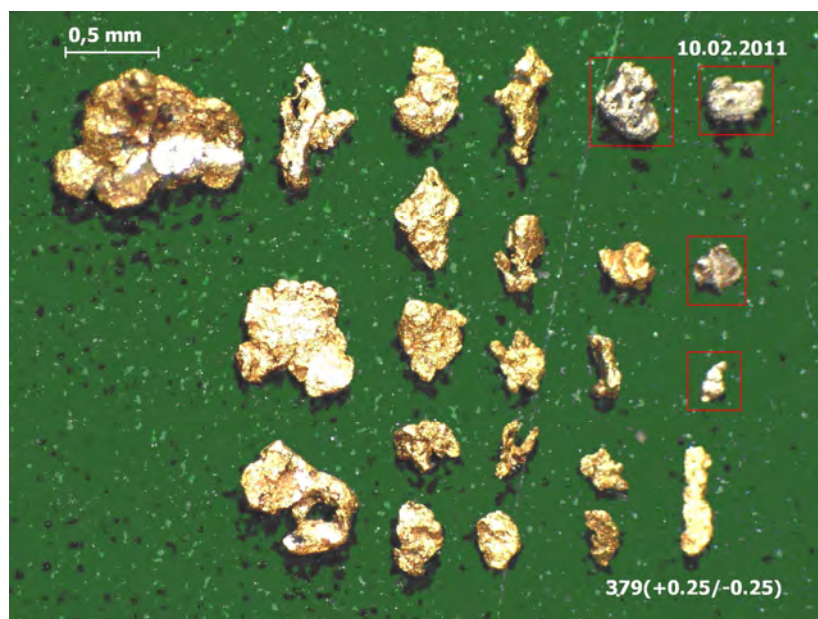


Рис.7. Проба 379, светло-желтые зерна (красная обводка) обогащены ртутью

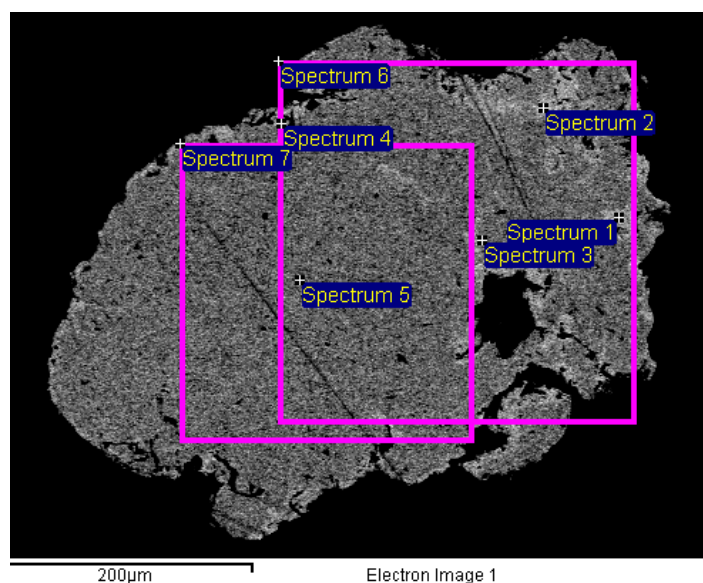


Рис 8. Золотина с каемкой, обогащенной ртутью

13-1			
Точка	Ag, %	Au, %	Hg, %
Spectrum 1	3,01	83,23	13,76
Spectrum 2	3,07	82,43	14,50
Spectrum 3	18,93	76,86	4,21
Spectrum 4	3,03	81,54	15,43
Spectrum 5	18,67	78,03	3,30
Spectrum 6	18,74	75,44	5,83
Spectrum 7	19,84	76,20	3,95

тех пор время ртуть смогла диффундировать вглубь зерен на несколько микрон и образовывать переходную зону переменного состава. Золотинки с каемками, обогащенными ртутью (рис.8), зафиксированы в пробах 13-1, 56-1, 371-5, 371-6, 371-7, 371-8, 371-9, 379-3, 379-4, 382-3. Ртуть встречена не только в периферической части зерен, но и в центральной их части. Например, во всех зернах из пробы 382 присутствует ртуть в малых количествах (около 1 %) и не в каемках, а в основной части зерна.

Обсуждение результатов. Исследование золота из россыпей бассейна р. Мараньон позволило сделать следующие выводы.

1. Разный элементный состав внутренних частей золотинок указывает на то, что золото в россыпь принесено из разных коренных источников, большинство из которых относится к кварц-золоторудной формации (высокопробное золото), а некоторая часть – к эпитермальным месторождениям (средне- и низкопробное золото). Медистое золото может быть связано с зо-

лото-медно-порфировыми месторождениями, которые характерны для Анд. Высокая степень окатанности и сильная уплощенность зерен россыпного золота свидетельствует об удаленности коренных источников.

2. Золотины с каемками, представленными амальгамой, указывают, скорее всего, на ранние разработки россыпей, при извлечении золота из которых использовалось амальгамирование. Наличие диффузной переходной зоны является важнейшим признаком, на основании которого мы можем предположить, что эти россыпи были отработаны достаточно давно. Амальгамированные зерна золота встретились, главным образом, в шлихах, отобранных из аллювия рек Чамайя и Уайябамба. Из аллювия Чамайя было изучено всего три шлиха, в том числе два в богатых пробах, в которых встречено восемь таких зерен, а из р. Уайябамба одна проба, в которой встречено шесть зерен. В то же время в 23 изученных шлихах в пробах по аллювию р. Мараньон встретились только два амальгамированных зерна, одно из которых в пробе из верхней части россыпи (выше устья р. Чамайя), и одно зерно в богатой пробе ниже устья р. Чамайя. Относительно этого зерна с уверенностью можно сказать, что оно было привнесено из россыпи р. Чамайя или из р. Уайябамба, которые находятся вы-

ше по течению и соединяются с р. Мараньон. Амальгамированные зерна золота могут указывать на древние разработки, которые еще могут представлять практический интерес при добыче золота с использованием современных технологий. Золото с низким содержанием и равномерным распределением ртути в объеме золотин (проба 382) может быть связано с эпитермальными месторождениями, что подтверждается и повышенным содержанием серебра (до 52 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Петровская Н.В. Золотые самородки. М.: Наука, 1993. 191 с.
2. Geologia de Cajamarca, Gilberto Cruzado Vasquez, Instituto de geologia del Peru. 1995. Pag.84.
3. INGEMMET – Pagina web del Instituto de geologia y minas de Peru. <http://www.ingemmet.gob.pe>
4. <http://goldenfront.ru/articles/view/pyat-krupnejshih-stran-proizvoditelej-zolota>

REFERENCES

3. Petrovskaya N.V. Gold nuggets. Moscow: Nauka, 1993. 191 p.
2. Geology of Cajamarca, By Gilberto Cruzado Vasquez, Institut of Geology Peru. 1995. Pag.84.
3. INGEMMET – web site of the Institute of geology and mining of Peru. <http://www.ingemmet.gob.pe>
4. <http://goldenfront.ru/articles/view/pyat-krupnejshih-stran-proizvoditelej-zolota>