

Геология. Природные ресурсы

УДК 553.411 (571.6)

Степанов Виталий Алексеевич

Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН

г. Петропавловск-Камчатский, Россия

E-mail: Vitstepanov@yandex.ru**Мельников Антон Владимирович**

Институт геологии и природопользования ДВО РАН

г. Благовещенск, Россия

E-mail: Melnikov_Anton1972@mail.ru**Stepanov Vitaly Alekseevich**

Geotechnological Research Center of the FEB RAS

Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

E-mail: Vitstepanov@yandex.ru**Melnikov Anton Vladimirovich**

Institute of Geology and Nature Management of the FEB RAS

Blagoveschensk, Russia

E-mail: Melnikov_Anton1972@mail.ru**ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ИНТРУЗИЙ ДЖАЛОНСКОГО
ГРАНИТ-ГРАНОДИОРИТОВОГО КОМПЛЕКСА ПОЗДНЕЙ ЮРЫ
В МОГОТСКОМ РУДНО-РОССЫПНОМ УЗЛЕ ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ****INTRUSIONS GOLD CONTENT OF THE DZHALON
GRANITE-GRANODIORITE COMPLEX OF THE LATE JURASSIC
IN THE MOGOT ORE-PLACER CLUSTER OF THE AMUR PROVINCE**

Аннотация. Рассматривается приуроченность россыпей золота к площади Джалонского и Худачинского массивов джалонского гранодиорит-гранитового комплекса позднеюрского возраста, расположенных в Моготском рудно-россыпном узле Приамурской провинции. Коренные источники россыпей не выявлены. Предполагается, что ими могут быть месторождения не традиционного для Приамурья типа, представленные крупными штокверками слабо измененных гранитов с вкрапленностью самородного золота. Подобные месторождения известны в золотоносной провинции Цзяодун Восточного Китая. Они расположены в гранодиорит-гранитовых массивах поздней юры и по запасам золота относятся к крупным и гигантским.

Abstract. The coincidence of gold placers to the area of the Jalon and Khudoogachinsky massifs of the Jalon granodiorite-granite complex of Late Jurassic age, located in the Mogot ore-placer node of the Amur province, is considered. The root sources of the placers have not been identified. It is assumed that they may be deposits of a type not traditional for the Amur region,

represented by large stocks of slightly modified granites interspersed with native gold. Similar deposits are known in the gold-bearing Jiaodong province of eastern China. They are confined to the granodiorite-granite massifs of the Late Jurassic and, in terms of gold reserves, belong to large and gigantic ones.

Ключевые слова: россыпи золота, рудно-россыпной узел, интрузивный комплекс, гранитный массив.

Key words: placers of gold, ore-placer node, intrusive complex, granite massif.

Введение

Моготский рудно-россыпной узел (РРУ) известен богатыми россыпями золота, из которых добыто около 130 т драгоценного металла. Коренные источники представлены небольшими золото-кварцевыми проявлениями, неадекватными богатым россыпям. Наиболее продуктивные россыпи располагаются в долинах рек, дренирующих Джалонский и Худачинский гранодиорит-гранитовые массивы джалонского интрузивного комплекса позднеюрского возраста. Коренные источники золота россыпей в пределах этих массивов не установлены. В статье рассматривается золотоносность гранодиорит-гранитового джалонского комплекса и вероятность выявления в пределах крупных интрузий этого комплекса новых, не традиционных для региона типов золотого оруденения.

Моготский рудно-россыпной узел

Моготский РРУ входит в состав Джелтулакской металлогенической зоны Приамурской золотоносной провинции [4]. В геолого-структурном плане он приурочен к Моготскому горстовому поднятию, являющемуся юго-восточным окончанием Иликанской структурно-вещественной зоны Становой складчато-глыбовой системы южной окраины Сибирского кратона. Поднятие сложено гнейсами и кристаллосланцами раннего архея, интенсивно метаморфизованными и интродуцированными палингенно-анатектическими гранитоидами позднего архея. В мезозое здесь произошло внедрение Джалонского и Худачинского гранодиорит-гранитовых интрузий джалонского магматического комплекса поздней юры, а также серии даек пестрого состава.

Джалонский гранит-гранодиоритовый комплекс

Джалонский комплекс гранит-гранодиоритовых интрузий позднеюрского возраста выделен в результате геологического доизучения масштаба 1:200 000 на территории листов N-52-XIII и N-52-XIV [1, 2]. К нему относятся крупные Джалонский и Худачинский гранодиорит-гранитовые интрузивные массивы. В составе джалонского комплекса выделены две фазы. К первой отнесены гранодиориты, слагающие крупную Худачинскую и ряд небольших интрузий, ко второй – граниты, лейкократовые граниты и жилы пегматитов, слагающие Джалонский и ряд мелких массивов.

Нижняя граница геологического возраста комплекса определена наличием ксенолитов

габброидов условно раннепермского возраста, верхняя – фактом трансгрессивного налегания на гранитах терригенных отложений верхней подбиты уганской свиты раннемелового возраста. По данным U-Pb анализов цирконов, изотопный возраст гранитоидов комплекса равен для Джалонского массива 152.7 ± 5.4 млн. лет, для других небольших гранитных массивов – 156 ± 3 и 157.1 ± 4.9 млн. лет, что отвечает киммериджскому и оксфордскому ярусам верхней юры [2].

Золотоносность интрузий джалонского комплекса

На площади Моготкого РРУ располагаются две крупные интрузии гранитоидов джалонского комплекса – Джалонская и Худачинская. В долинах рек, дренирующих эти массивы, выявлены богатые россыпи (рис. 1). Из них добыто более половины россыпного золота Моготского узла – 73.62 т, в том числе из россыпей Джалонского массива – 57.31 т, а Худачинского – 16.31 т (таблица).

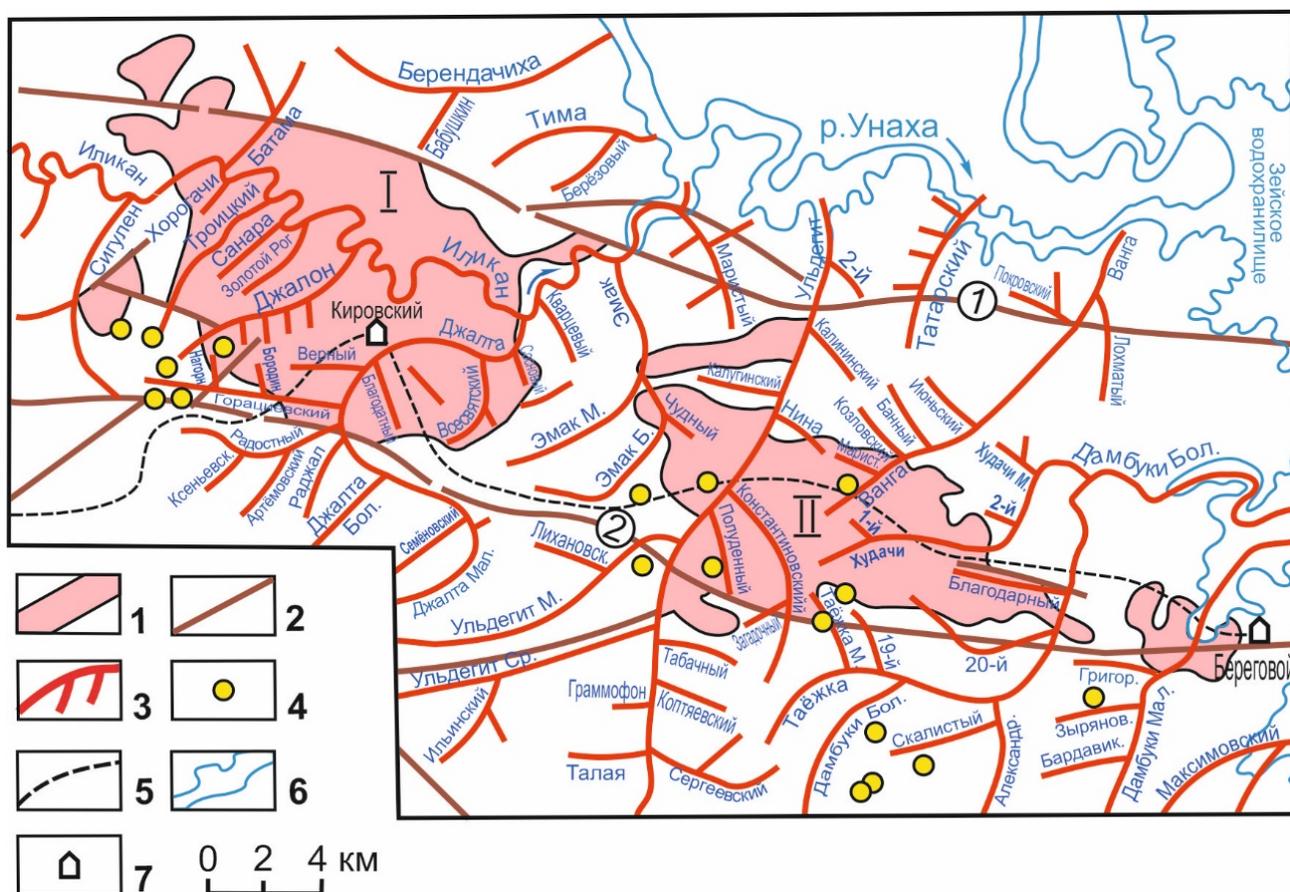


Рис. 1. Россыпи золота в ареале гранодиорит-гранитовых интрузий джалонского комплекса поздней юры:

1 – интрузии джалонского комплекса (I – Джалонский, II – Худачинский); 2 – разломы (1 – Иликанский, 2 – Пригилюйский); 3 – россыпи золота и их названия; 4 – проявления и точки минерализации золота; 5 – автодорога Зeya-Береговой; 6 – контур Зейского водохранилища; 7 – населенные пункты (Кировский, Береговой).

**Характеристика россыпей Моготского узла, расположенных в долинах рек,
дренирующих гранодиорит-гранитные массивы поздней юры**

Россыпь	Добыча, т	Средняя проба золота, (пределы колебаний), ‰	Крупность золота, мм	Форма золота	Сопутствующие минералы
Джалонский массив					
1	2	3	4	5	6
Джалон	19.27	960 (940-985)	Мелкое и крупное. Самородки до 56 г	Пластинчатая, чешуйчатая	Самородки с кварцем. Налеты гидроксидов Fe
Горациевский	13.38	968 (950-987)	1.05 мм Самородки до 200 г	Пластинчатая, комковидная	Самородки в сростках с кварцем
Джалта	10.63	938-952	Мелкое и среднее	Пластинчатая, чешуйчатая, лепешковидная	Магнетит, ильменит, гранат, пирит, сперрит
Иликан (нижнее течение)	4.26	960 (952-970)	Мелкое	Чешуйчатая, пластинчатая, палочковидная, комковидная	Редко в сростках с кварцем
Сигулен	3.34	934 (922-957)	0.96 мм Самородки до 85 г	Комковидная, пластинчатая, лепешковидная	
Верный	2.30	991	Мелкое	Пластинчатая, таблитчатая	Сростки с кварцем
Троицкий	0.79	954 (948-963)	Мелкое	Пластинчатая, чешуйчатая	
Всехсвятский	0.70	915 (880-950)	Мелкое и среднее	Пластинчатая, комковидная	
Санара	0.64	938 (925-952)	Мелкое	Пластинчатая, чешуйчатая	
Нагорный	0.63	940	Крупное	Пластинчатая	Сростки с кварцем
Благодатный	0.44	953 (950-957)	Крупное	Таблитчатая	Сростки с кварцем
Батама	0.32	891 (851-931)	0.56 мм	Комковидная, чешуйчатая, лепешковидная,	
Сосновый	0.25	996	Мелкое и среднее	Таблитчатая, пластинчатая, листовидная	
Золотой Рог	0.24	959 (885-985)	Мелкое	Пластинчатая, чешуйчатая	

1	2	3	4	5	6
Худачинский массив					
Ульдегит	5.00	919 (853-950)	Мелкое и среднее. Самородки до 32 гр.	Листовидная, комковидная, дендритовидная, друзовидная	Сростки с кварцем. Пленки гидроксидов железа
Ванга	3.38	940	Мелкое	Пластинчатая, чешуйчатая, комковидная	Сростки с кварцем. Налеты гидроксидов железа. Пирит, циркон, сперрилит
Бол. и Мал. Эмаки	3.24	942 (933-965)	Мелкое и среднее. Самородки до 204.5 г	Пластинчатая, комковидная, пластинчатая, удлиненная, амёбовидная, каплевидная	Сростки с кварцем Пленки гидроксидов железа
Худачи	1.39	949 (944-951)	0.66 мм. Самородки до 5.0 г	Комковидная, пластинчатая	
Константиновский	1.26	944 (855-992)	Мелкое и среднее. Самородки до 15 г	Комковидная, лепешковидная, таблитчатая, дендритовидная	Сростки с кварцем. Гидроксиды железа
Полуденный	0.89	924 (915-928)	Среднее	Пластинчатая, лепешковидная, комковидная	
Двадцатый км	0.42	940 (930-949)	0.57 мм	Пластинчатая	
Таежка Малая	0.37	957.5 (909-980)	Среднее, 0.2-1.0 мм, реже до 3-4 мм	Пластинчатое, октаэдрическая, лепешковидная, дендритовидная, желвакообразная	Сростки с кварцем. Циркон, рутил, сфен, ильменит, апатит, лимонит, монацит
Маристый	0.12	922 (876-947)	Мелкое	Пластинчатая, чешуйчатая, комковидная	
Загадочный	0.11	926.5	Мелкое	Пластинчатая, лепешковидная	
Благодатный	0.06	940	Мелкое	Пластинчатая	
Чудный	0.04	942 (915-975)	Мелкое и среднее. 0.2-0.8 мм	Пластинчатая, комковидная, неправильная, ноздреватая, узловатая	
Нина	0.02	971	0.4-0.5 мм	Тонкопластинчатая, удлиненная, округлая	Циркон, сфен, рутил, ильменит, апатит, лимонит, монацит

Общая добыча – 73.6 т, в том числе в контуре Джалонского массива – 57.31 т, Худачинского – 16.3 т.

Золото в россыпях, развитых над гранитными массивами, слабо окатанное, от мелкого до крупного, встречаются небольшие самородки, весом до 200 г. Средняя проба его в россыпях высокая (891-971‰). В качестве спутников, кроме преобладающих аксессуарных минералов из гранитных массивов (циркон, сфен, ильменит, апатит и др.), встречаются сростки золота с кварцем и пленки гидроксидов железа. Поэтому можно предположить наличие однотипного источника формирования россыпей – золотого оруденения золотокварцевой формации.

Коренные источники, адекватные богатым россыпям, не выявлены. В пределах гранитных массивов отмечаются лишь единичные точки минерализации золота. Упоминаний о золотоносных кварцево-жильных образованиях в бассейне наиболее богатой россыпи руч. Джалон, из которой извлечено 19 т золота, также немного. Например, на правом склоне руч. Джалон старателями в начале XX века были обнаружены кварцевые жилы с содержанием золота 5.6 г/т, редко – 23.4 г/т. Сведений о мощности и характере залегания жил не сохранилось [3].

О потенциальной золотоносности интрузий джалонского комплекса в первую очередь свидетельствует приуроченность к ним богатых россыпей золота. Кроме того, в работе [1] сообщается, что в протолочках из лейкократовых гранитов Джалонского массива установлены знаки золота и молибденита. На сопредельной с запада территории, в районе месторождения «Золотая Гора», жилы гранитов этого комплекса, вскрытые скважинами, стабильно содержат до 0.4 г/т золота, что на два порядка больше кларковых содержаний этого элемента в гранитах. Не исключено, что с гранитами данного комплекса связано формирование золотокварцевого месторождения «Золотая Гора» «Золотая Гора». Об этом свидетельствует близкий изотопный возраст месторождения и интрузий джалонского комплекса. Возраст месторождения определен Rb-Sr-методом в центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (Санкт-Петербург) на масс-спектрометре МИ-1201Т и равен 155 ± 7 млн. лет, что отвечает поздней юре [7].

Приведенные данные указывают на то, что золото могло поступать в россыпи над гранитными массивами из нетрадиционных для региона источников. Например, ими могут быть штокверки слабо измененных, легко разрушающихся при выветривании гранитов с прожилками кварца, сульфидов и вкрапленностью свободного высокопробного золота. Обломки подобных руд ранее были встречены на северном фланге Моготского РРУ, в отвалах дражной отработки россыпи р. Ульдегит [8]. В публикации отмечается, что, согласно устному сообщению геолога 219 драги, в дражных отвалах россыпи р. Ульдегит встречались многочисленные обломки неизмененных гранитов с видимым золотом. Из 30 кг этих обломков после дробления и промывки было извлечено 117 г золота, т.е. содержание золота в гранитах – 3.9 кг/т. Для проверки этого сообщения В.Н. Хряпенко совместно с А.В. Мельниковым в 2003 г. были отобраны штучные пробы из пегматоидных гранитов. Содержание золота в штуфах, по данным пробирного анализа, от 0.7 до 6.5 г/т, среднее – 2 г/т. В результате минералогического анализа в гранитах были обнаружены знаки золота, иногда в сростках с пиритом и галенитом. Золото мелкое (0.1-0.3 мм), комковидной, кристаллической и грубопластинчатой формы, высокопробное (930‰). На наш взгляд, эти пробы были отобраны из пегматоидных гранитов второй фазы джалонского комплекса.

Крупные и уникальные по запасам золота месторождения, прогнозируемого в Моготском РРУ типа известны в провинции Цзяодун (Jiaodong) Китая, расположенной на юго-восточной окраине Северокитайского кратона [9]. Геологическое строение района месторождений аналогично строению Моготского РРУ. Месторождения провинции Цзяодун приурочены к гнейсам и кристаллосланцам архея, активизированным в протерозое и мезозое [5, 6].

Большая их часть расположена в гранодиорит-гранитовых интрузиях линглонгского комплекса с возрастом 150-160 млн лет (поздняя юра). Гидротермально измененные интрузивные породы содержат золоторудные тела, которые располагаются параллельно главным разломам. В провинции Цзяодун выделены два типа золотой минерализации [10] – прожилково-вкрапленный штокверковый (тип Jiaojia) и жильно-прожилковый (тип Linglong). Представителем первого типа является золоторудное месторождение Саншандао, второго типа – Линглонг.

Месторождение Саншандао приурочено к одноименному гранодиоритовому массиву Саншандао позднеюрского возраста, прорывающего гнейсы и мигматизированные амфиболиты архея [11]. Здесь выявлен крупномасштабный штокверк сильно трещиноватых и измененных гранодиоритов, повергнутых окремнению, серицитизации и сульфидизации. В нем отмечаются также сульфидно-кварцевые жилы и прожилки. Самородное золото встречается в виде вкрапленности в гидротермально измененных (березитизированных) породах. В меньшей степени золотая минерализация обнаружена в золото-сульфидно-кварцевых жилах и прожилках. Выявлены две генерации золотого оруденения [13]. Ранняя генерация золота ассоциирует с березитизированными гранитами и кварц-пиритными прожилками, в которых видимые зерна золота ассоциируют с пиритом и характеризуются высокой пробой (729-961‰). Поздняя генерация золота содержится в кварцево-полисульфидных прожилках. Зерна золота ассоциируют с пиритом, галенитом, халькопиритом, арсенопиритом и сфалеритом. Оно характеризуется низкой пробой (549-719‰).

Месторождение Линглонг содержит золотое оруденение кварцево-жильного типа [12]. В состав рудных минералов, кроме самородного золота, входят пирит, халькопирит, галенит и сфалерит. Нередко наблюдается зональность жил, сложенных в центральной части сульфидами. Околорудные изменения – окварцевание, серицитизация и калишпатизация. Вмещающими породами служат гранитоиды линглонгского комплекса, изотопный возраст которых составляет 160-156 млн. лет (поздняя юра) или кристаллосланцы и гнейсы архея.

Обсуждение результатов

По добыче россыпного золота (около 130 т) Моготский РРУ занимает второе место в Приамурской провинции, вслед за Соловьевским РРУ, из россыпей которого извлечено около 200 т. Но в отличие от Соловьевского РРУ в Моготском коренные источники россыпей, адекватные их богатству, не установлены [4]. Россыпи равномерно распределены по всей площади Моготского РРУ, но наиболее продуктивные сосредоточены на площади Джалонского и Худачинского интрузивных массивов джалонского комплекса позднеюрского возраста.

В пределах площадей развития Джалонского и Худачинского массивов прогнозируется выявление новых золоторудных месторождений не традиционного для региона типа – штокверков трещиноватых и слабо измененных гранитов с кварц-сульфидными прожилками и вкрапленностью самородного золота. Аналогами служат месторождения золотоносной провинции Цзяодун Китая – Саншандао и Линглонг, расположенные в сходной геолого-структурной обстановке на окраине Северо-китайского кратона и приуроченные к линглонгскому комплексу гранитоидов позднеюрского возраста.

Для выявления подобных месторождений предлагаются поисковые работы на площади Джалонского и Худачинского гранитных массивов. Наиболее перспективным представляется первый, в пределах которого распространены наиболее богатые россыпи, а в качестве первоочередного – бассейн руч. Джалон, из россыпи которого извлечено 19 т золота.

Заключение

В результате проведенного исследования установлена приуроченность богатых россыпей золота Моготского РРУ к Джалонской и Худачинской интрузиям джалонского гранодиорит-гранитового комплекса позднеюрского возраста. Коренные источники, адекватные россыпям, из которых в сумме добыто более 70 т золота, не установлены. Ими могут быть золоторудные месторождения, аналогичные крупным и уникальным золоторудным месторождениям провинции Цзяодун восточного Китая, расположенные в сходной геологоструктурной обстановке. Рудными телами являются штокверки сильно трещиноватых гранодиоритов линглонгского комплекса поздней юры, подвергнутых окремнению, серицитизации и сульфидизации с вкрапленностью самородного золота. В пределах Джалонского и Худачинского интрузивных массивов джалонского комплекса рекомендуется постановка поисковых работ на рудное золото. В первую очередь это относится к площади Джалонского массива, сложенного потенциально золотоносными гранитами и лейкократовыми гранитами второй фазы джалонского комплекса. Особое внимание следует уделить детальным поисковым работам в бассейне наиболее продуктивной россыпи руч. Джалон, из которой добыто 19 т золота.

1. Агафоненко, С.Г., Яшнов, А.Л., Козак, З.П. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. – Изд. второе. Серия «Становая». – Лист N-52-XIII. Объяснительная записка. – СПб., 2008. – 111 с.
2. Агафоненко, С.Г., Яшнов, А.Л., Козак, З.П. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. – Изд. второе. Серия «Становая». – Лист N-52-XIV. Объяснительная записка. – СПб., 2008. – 110 с.
3. Анерт, А.А. Богатство недр Дальнего Востока. – Хабаровск: Книжное дело, 1928. – 932 с.
4. Мельников, А.В., Степанов, В.А. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. – Часть 2. Центральная часть провинции. – Благовещенск: АмГУ, 2014. – 300 с.
5. Молчанов, А.В., Терехов, А.В. Медно-никелевое и золоторудные месторождения Китая (по материалам совместной российско-китайской полевой экскурсии на месторождения медно-никелевое сульфидное Цзиньчуань и золоторудные рудного района Дзяодун // Региональная геология и металлогения. – 2018. – №74. – С. 104-114.
6. Прокофьев, В.Ю., Наумов, В.Б., Миронова, О.Ф. Физико-химические параметры и геохимические особенности флюидов мезозойских золоторудных месторождений // Геохимия. – 2020. – Т. 65, №2. – С. 123-144.
7. Степанов, В.А. Этапы формирования и генезис золоторудных месторождений Приамурья // ДАН. – 2005. – Т. 403, №1. – С. 83-87.
8. Хряпченко, В.Н. Благоприятнометаллная минерализация пегматоидных гранитов участка «Прижимный» (Дамбукинский золотоносный узел, Амурская область) // Молодежь XXI века: шаг в будущее. – Т. 4. – Благовещенск: Изд-во «Зей», 2004. – С.102-103.
9. Groves, D.I., Santosh, M. The giant Jiaodong gold province: the key to a unified model for orogenic gold deposits? // Geoscience Frontiers. – 2016. – Vol. 7. – P. 409-417.
10. Li, L., Santosh, M., and Li, S.R. The “Jiaodong-type” gold deposits: Characteristics, origin and prospecting // Ore Geology Reviews. – 2015. – V. 65. – P. 589-611.
11. Li, X.C., Fan, H.R., Santosh, M., Hu, F.F., Yang, K.F., and Lan, T.G. Hydrothermal alteration associated with Mesozoic granite hosted gold mineralization at the Sanshandao deposit, Jiaodong gold province // China: Ore Geology Reviews. – 2013. – V. 53. – P. 403-421.
12. Yang Qiong Yang, Shen Junfeng, Li Shengrun, Santosh M., Luo Zhaohua, Liu Yan. Enrichment of Au and Ag native grains with oxygen, boron, chromium and niobium: an example from the Linglong gold deposit, Jiaodong, East China // Journal of Asian Earth Sciences. – 2012. – V. 62. – P. 537-546.
13. Hong-Wei Peng, Hong-Rui Fan, Xuan Liu, Bo-Jie Wen, Yong-Wen Zhang and Kai Feng. New insights into the control of visible gold fineness and deposition: A case study of the Sanshandao gold deposit, Jiaodong, China // American Mineralogist. – 2021. – Vol. 106. – P. 135-149.