

## Самородное золото, добытое в Приамурье за 150 лет

Приведены сведения об истории золотодобычи и о типоморфных особенностях самородного золота Приамурской провинции. Показано, что за 150 лет добыто около 1116 т преимущественно россыпного золота, доля рудного составляет 23,8 %. Установлено, что распределение пробы россыпного золота одномодальное с максимумом в интервале 850–925 ‰. Среди микропримесей, содержание которых в некоторых узлах достигает первых процентов, преобладает ртуть. Россыпное золото по составу и примесям отвечает золоту месторождений и рудопроявлений золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций. Реже встречаемое в россыпях низкопробное золото (799–700 ‰) образовано за счёт разрушения источников золото-серебряной, а средней (800–900 ‰) – за счёт золото-полиметаллической и золото-сульфидной формаций. Месторождения золото-медно-молибден-порфировой формации не являются россыпеобразующими. Определены перспективы добычи рудного и россыпного золота в Приамурье.

*Ключевые слова:* самородное золото, проба, россыпь, золоторудное месторождение, рудная формация, провинция.

МЕЛЬНИКОВ АНТОН ВЛАДИМИРОВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник<sup>1</sup>, Melnikov\_Anton1972@mail.ru

МОИСЕЕНКО ВАЛЕНТИН ГРИГОРЬЕВИЧ, академик РАН, заведующий лабораторией нанотехнологий<sup>1</sup>, kaunamka@mail.ru

СТЕПАНОВ ВИТАЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник<sup>2</sup>, vitstepanov@yandex.ru.

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИГИП ДВО РАН), г. Благовещенск

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (НИГТЦ ДВО РАН), г. Петропавловск-Камчатский

## The native gold extracted in the Amur Region for 150 years

A. V. MELNIKOV<sup>1</sup>, V. G. MOISEENKO<sup>1</sup>, V. A. STEPANOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Geology and Nature Management of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (IGIP FEB RAS), Blagoveshchensk

<sup>2</sup> Scientific research Geotechnological Centre Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky

Data on gold production history and typomorphic features of native gold from the Amur province are provided. It is shown that about 1,116 t of primarily placer gold was extracted for 150 years, with primary gold accounting for 23,8 %. Placer gold sample distribution is unimodal with a maximum ranging within 850–925 ‰. Mercury prevails in microimpurities, its content in some clusters reaches the first percentage points. In terms of composition impurities, placer gold corresponds to gold from fields and occurrences of gold-quartz and gold-sulfide-quartz formations. Low-fineness gold, (799–700 ‰) less common in placers, resulted from destruction of gold-silver unit sources while that of average fineness (800–900 ‰) was a result of the same process related to gold-polymetallic and gold-sulfide units. Gold-copper-molybdenum porphyry deposits do not form placers. The prospects of primary and placer gold production in the Amur region are defined.

*Key words:* native gold, sample, scattering, gold field, ore formation, province.

Территория Приамурья стала российской в 1858 г., согласно Айгунскому договору, составленному сибирским золотопромышленником Р. А. Черносвитовым и подписанному со стороны России графом Н. Н. Муравьевым. Почти сразу начались поиски, разведка и эксплуатация золотоносных россыпей (Н. П. Аносов и др.), и в 1868 г. в казну страны поступило первое золото [1]. Более чем 150-летние поисковые и геологоразведочные работы привели к открытию почти полутора тысяч россыпных и десятков рудных месторождений, из которых добыто 1116,8 т золота (рис. 1). Из них на долю рудных месторождений приходится 266,5 т (23,8 % от общей добычи). Вначале добыча золота велась главным образом из россыпей. Эксплуатация рудных месторождений началась в 1917 г. с отработки старателями богатых золотоносных жил месторождения *Золотая Гора*. В 1924–1935 гг. в эксплуатацию были вовлечены рудные месторождения *Ворошиловское*, *Харгинское* и *Кировское*, с 1951 г. *Токурское*. Далее, начиная с 1961 и по 1995 г., рудное золото давал только Токурский рудник, снижая с каждым годом свою производительность.

Новый период увеличения добычи рудного золота начался с вводом в эксплуатацию месторождений *Покровское* (1999), *Пионер* (2008), *Березитовое* (2008), а затем *Маломыр* (2010) и *Албын* (2011). Поэтому к 2007 г. производство золота из россыпей и рудных



Рис. 1. Динамика добычи золота в Амурской области с 1867 по 2017 г.

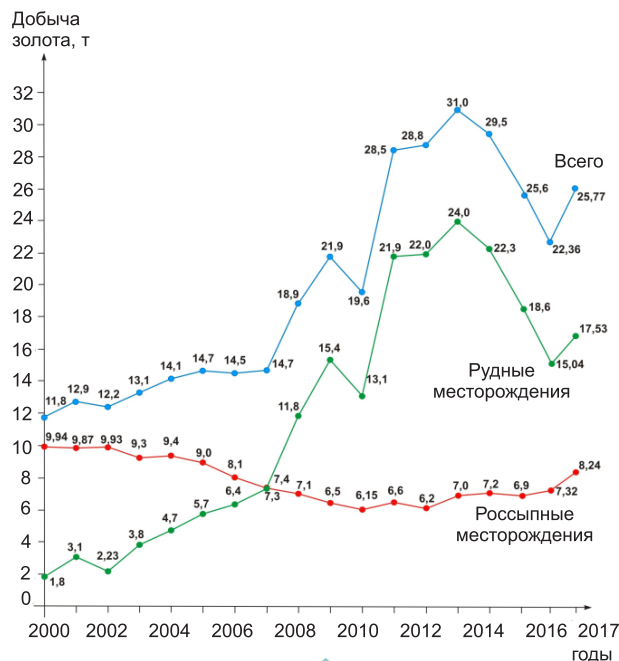


Рис. 2. Динамика добычи россыпного и рудного золота в XXI в.

месторождений сравнялось, а далее превалировала добыча из рудных месторождений (рис. 2). Благодаря интенсивной эксплуатации рудных месторождений Амурская область в 2011–2013 гг. вышла на второе место в России по добыче золота. Однако фонд разрабатываемых рудных месторождений невелик и ограничен 3–5 объектами, многие из которых в значительной мере отработаны. Поэтому в ближайшие годы потребуются расширение базы золоторудных месторождений.

Рудные и россыпные месторождения составляют Приамурскую золотоносную провинцию, одну из крупнейших в России. Под Приамурской провинцией понимается крупная геологическая структура, площадью около 400 тыс. км<sup>2</sup>, протянувшаяся в юго-восточном направлении на расстояние около 900 км вдоль хребтов Тукурингра и Джагды на левобережье среднего течения р. Амур. Эта структура представляет собой зону позднемезозойской коллизии геоблоков юго-восточного обрамления Сибирского кратона, Амурского композитного массива и Монголо-Охотской складчатой системы. Коллизия сопровождалась интрузивной и вулканической деятельностью. С ней генетически связано формирование золотого оруденения, наложенного на блоковую матрицу. Дальнейшие эрозионные процессы привели к образованию многочисленных россыпей.

В пределах провинции известны 44 мелких, средних и крупных месторождения и более 800 рудопроявлений золота. Среди золоторудных месторождений преобладают представители золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций. Реже встречаются месторождения золото-серебряной и золото-сульфидной формаций. Месторождения золото-полиметаллической и золото-медно-молибден-порфировой формации единичны. Наибольшее количество золота добыто из месторождений золото-сульфидно-кварцевой (31,1 %) и золото-кварцевой (29,2 %) формаций, меньшее – из месторождений золото-серебряной (23,4 %), золото-полиметаллической (10,7 %) и золотосульфидной (5,5 %) формаций. Месторождения золото-медно-молибден-порфировой формации не разрабатывались.

Самородное золото месторождений выделенных формаций отличается как по пробе золота, так и по составу элементов-примесей (см. таблицу). В широко развитых в провинции месторождениях золото-кварцевой формации средняя проба золота меняется от 726 ‰ (месторождение *Токур*) до 965 ‰ (месторождение *Золотая Гора*). По пробе золота выделены три группы золото-кварцевых месторождений: с высокопробным золотом (проба более 900 ‰), с золотом средней пробы (800–900 ‰) и с золотом низкой пробы (700–800 ‰). Из примесей рудного золота после серебра наиболее значимой является ртуть. Содержание её меняется от 3–800 г/т в высокопробном, до 0,1–3 % в золоте средней и низкой пробы.

В месторождениях золото-сульфидно-кварцевой формации состав золота меняется от электрума (месторождение *Верхнемынское*) до средней, редко высокой пробы (месторождение *Кировское*), но в целом по месторождениям проба золота ниже, чем в месторождениях золото-кварцевой формации. Среди примесей часто отмечаются повышенные содержания меди, ртути и теллура.

Месторождения золото-сульфидной формации отличаются мелким и тонким золотом, часто в сростании с сульфидами. Оно средней пробы с примесью железа, меди и ртути. Электрум и низкопробное золото характерны для месторождений золото-серебряной формации. Среди примесей в нём отмечаются железо, сурьма, ртуть и марганец. В золото-полиметаллическом *Березитовом* месторождении проба золота колеблется в широких пределах – от электрума до высокопробного золота, в среднем – 861 ‰. Среди примесей преобладают железо, олово, сурьма и ртуть. Золото месторождений золото-медно-молибден-порфировой формации тонкое, отличается низкой и средней пробой (700–850 ‰).

В россыпях Приамурья преобладает золото мелких и средних классов крупности, реже крупное.

Наиболее крупное золото наблюдается в некоторых рудно-россыпных узлах Джагды-Селемджинской металлогенической зоны центральной части провинции (Унья-Бомский, Харгинский, Токурский, Софийский и Кербинский). Встречаются самородки весом до нескольких килограммов. Наиболее крупное скопление самородков обнаружено в россыпи руч. Каракатица, притока р. Гарь-2. Здесь было поднято 665 самородков золота весом от 10 до 6990 г, общим весом 79 кг [2]. Большая часть самородков представляла собой брекчии, состоящие из обломков жильного кварца, сцементированных крупными выделениями самородного золота. Проба самородков – 992 ‰. Очевидно, что самородки золота в сростках с кварцем представляли собой единое золото-кварцевое гнездо, сопоставимое с самым крупным в мире самородком – Плитой Холтермана (Австралия), масса

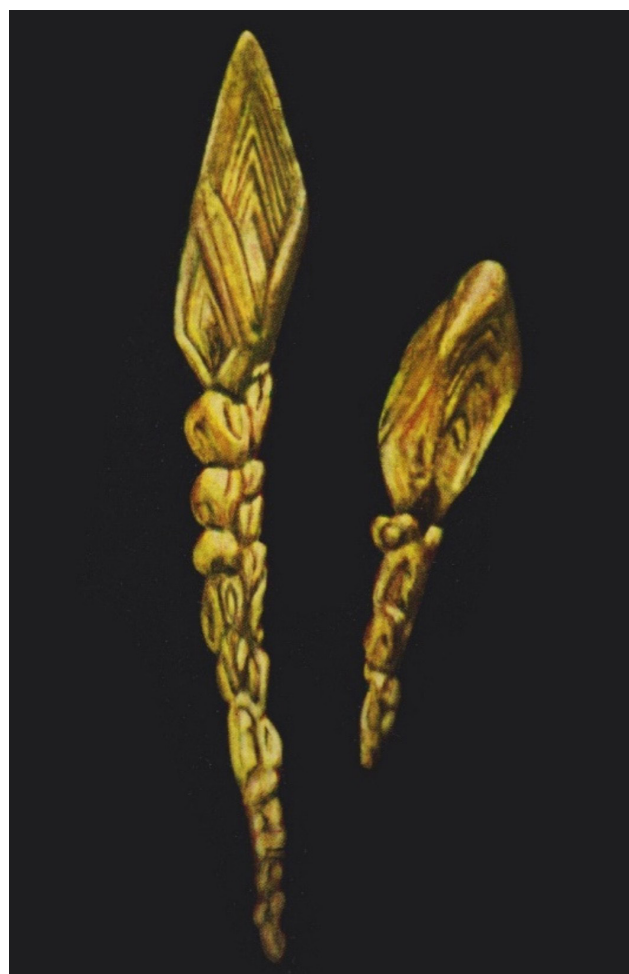


Рис. 3. Скипетровидные сростки кристаллов золота, прииск Октябрьский [7]

## Месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых

Состав рудного золота месторождений Приамурской провинции. По [2, 3, 6, 7]

№ пп	Месторождения	Проба золота (‰) (средняя)	Элементы-примеси (в г/т)
Золото-кварцевая формация			
1	Золотая Гора	927–997 (965)	Cu – 740, Fe – 150, Sb – 6, Hg – 3, Mn – 1
2	Буровое	929–987, редко 714	
3	Скалистое	952–962	Cu, Pb, Mo
4	Петровско-Еленинское	941–959 (951)	
5	Одолго	940–950	
6	Жильное	933–954 (943)	
7	Лысогорское	930	
8	Ледяное	909–937	
9	Афанасьевское	889–922 (907)	Hg – 800, Fe – 250, Cu – 360, Sb – 26, Te – 190, As – 95
10	Харгинское	850–910, редко 610–636	Hg – 3083, Pb – 310, Te – 200, As – 164, Cu – 131, Sb – 47, Pt – 1,2
11	Албын	760–912 (880–895)	Hg – до 2,81 %, Cu до 0,051 %, Sb – доли %, Pb, Zn – сотые и десятые доли %
12	Иннокентьевское	785	
13	Кварцитовое	700–870 (778)	Hg до 3 %, Cu до 2 %, As до 1 %
14	Унгличikan	663–980 (770)	Hg – 1000, Sb – 170, Pb – 76, Cu – 20, As – 12
15	Сагур	721–775 (754)	Hg – 1110, Te – 800, As – 189, Pb – 55, Cu – 25, Pt – 15
16	Ингагли	715–750 (733)	
17	Токур	673–803 (726)	Hg – 1503, Te – 474, Pb – 390, As – 320, Sb – 30, Pt – 22
Золото-сульфидно-кварцевая формация			
18	Кировское	924–953	Cu – 26–300, Bi – 1–248, Te – до 600, Hg – 20–150
19	Пионер	650–880 в рядовых рудах, 870–915 в богатых	Cu – 133, Hg – 27, Pb – 24, Te – 12
20	Колчеданный Утес	780–850 в сульфидах, 830–990 в кварце	Pt до 491
21	Бамское	730–952	Hg – 0,1–1,1%, Te до 0,1%
22	Ворошиловское	719–732 (725)	
23	Ясное	669–751(723)	Hg – 1000, As – 44, Cu – 6,4, Sb – 4,4, Pb – 3,6, Mn – 3
24	Верхнемынское	606–664 (635)	
Золото-сульфидная формация			
25	Нони	650–900 (800–850)	Fe, Cu, Ti, Bi, Hg
26	Маломыр	780–880	Fe, Mn, Cu, As, Hg
Золото-серебряная формация			
27	Покровское	626–735 (682)	Fe – 500, Sb – 30, Hg – 10 Mn – 3, Cu – 6
28	Буринда	550–671	Sb – 150, Fe – 40, Mn – 5, Hg – 1
Золото-полиметаллическая формация			
29	Березитовое	666–999 (861)	Fe – 30–6000, Sn – 10–3000, Sb – 70–1000, Hg – 10–800, Cu – 10–400
Золото-медно-молибден-порфировая формация			
30	Восточное Двойное	750–850	
31	Икан	700–850	

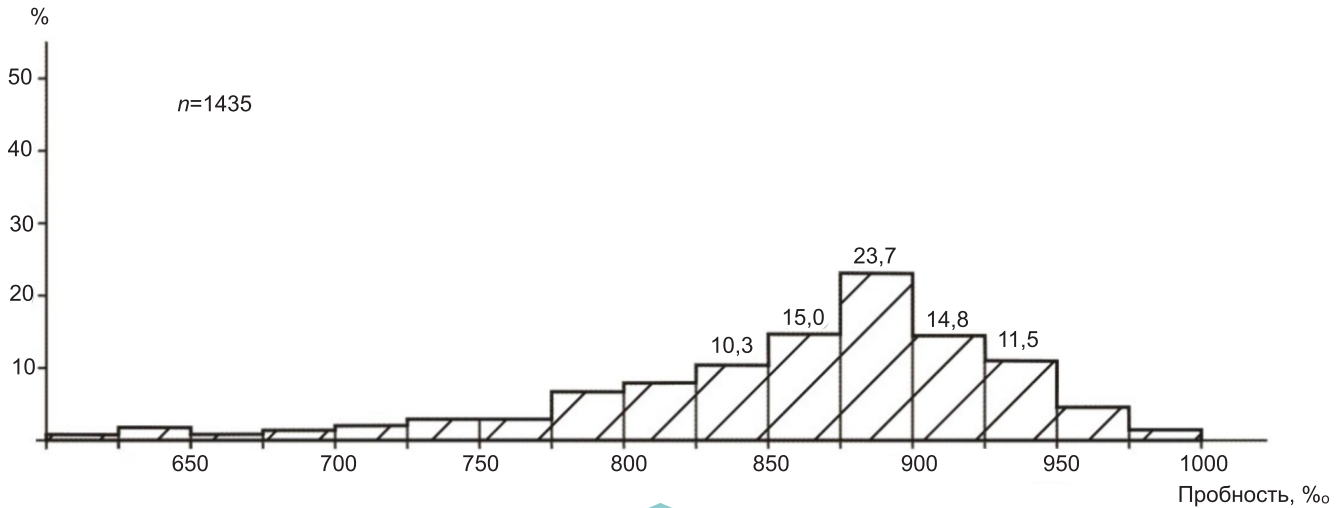


Рис. 4. Гистограмма пробы россыпного золота Приамурья

которого вместе с кварцем составляла 235,5 кг, золота – 83,2 кг.

Форма выделений золота разнообразная: от преобладающей плоской, лепёшковидной, комковатой и проволоковидной до кристаллической, в том числе дендритовидной. Иногда наблюдаются сростки кристаллов (рис. 3). Россыпное золото Приамурья, судя по гистограмме (рис. 4), относится, по классификации Н. В. Петровской [7], к умеренно высокопробному (800–899 ‰) и высокопробному (900–1000 ‰). Реже встречается низкопробное золото (799–700 ‰).

Основной примесью самородного золота россыпей Приамурья служит серебро, количество которого определяет пробу золота. В значительно меньших количествах содержатся примеси других элементов. По данным Г. И. Неронского, типоморфными примесями для россыпного золота Приамурья являются железо, медь и ртуть. Другие элементы-примеси фиксируются непостоянно [4]. Из примесей наиболее существенна Hg, среднее содержание которой в золоте не опускается ниже десятков и первых сотен г/т. Максимальная примесь Hg в золоте отмечается в Унья-Бомском рудно-россыпном узле. Она достигает, по данным химического анализа, 2,75 % [6]. Средние содержания Fe в россыпном золоте Приамурья составляют десятки, реже сотни г/т, Cu – десятки и сотни г/т. Из других примесей отметим часто встречаемые, хотя и в небольших количествах (первые и десятки г/т), примеси в золоте Ni, Co, Pd и Pt.

Россыпное золото в значительной мере отвечает составу золота месторождений и рудопроявлений золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой

формаций. Реже встречаемое низкопробное золото (799–700 ‰) и электрум образованы за счёт разрушения источников золото-серебряной, в меньшей степени золото-полиметаллической и золото-сульфидной формаций, оруденение золото-медно-молибден-порфировой формации не является россыпеобразующим.

**Заключение.** Проведённое исследование показало, что в Приамурской провинции начиная с 1868 г. добыто 1,116 тыс. т преимущественно россыпного золота. Доля золота, добытого из рудных месторождений, сравнительно невелика (23,8 %). Это свидетельствует о значительных перспективах провинции на выявление новых рудных месторождений и увеличение стабильности за их счёт сырьевой базы золота. В связи с тем, что богатые рудные месторождения с легкообогащаемыми рудами, содержащими крупное свободное золото, в значительной степени отработаны, ожидается вовлечение в эксплуатацию месторождений с бедными золото-сульфидными и золото-сульфидно-кварцевыми рудами, а также комплексных золото-медно-молибден-порфировых месторождений.

В связи с достаточно полной опосредованностью территории провинции на россыпи ожидать выявления новых крупных россыпей не приходится. Тем не менее добыча из в значительной мере отработанных за 150 лет эксплуатации россыпей держится на уровне 6–8 т золота в год. Очевидно, что россыпной потенциал провинции до конца не исчерпан. Этот потенциал заключается в появлении новых технологий переработки россыпей. Они позволят извлекать не только свободное золото тонких классов крупности,

но и заключённое в других минералах (сульфидах, оксидах, гидроксидах железа и марганца и других минералах). Необходимо поднять вопрос и о попутной добыче из россыпей и других полезных компонентов (платиноидов, редких и рассеянных элементов). Это повысит рентабельность отработки бедных россыпей, которые ранее не привлекали внимания промышленников. Отдельно стоит проблема отработки накопивших за 150 лет многочисленных отвалов россыпей, многие из которых являются техногенными месторождениями золота [5]. За десятки лет нахождения в зоне аэрации в отвалах произошло значительное изменение минерального состава. Оно выражено главным образом в окислении сульфидов и высвобождении заключённого в них золота. Поэтому переработка отвалов требует особого подхода. Очевидно, что при рациональном отношении россыпи провинции могут дать ещё не одну сотню тонн золота.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анерт Э. Э.* Богатство недр Дальнего Востока. – Хабаровск–Владивосток: Книжное дело, 1928. – 932 с.
2. *Моисеенко В. Г., Карнаух Ю. А., Краснов Г. Ф.* // Вопросы золотосности Дальнего Востока. – Благовещенск: Амурская лаб. ДВГИ, 1971. – С. 132–136.
3. *Моисеенко В. Г., Эйриш Л. В.* Золоторудные месторождения Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 352 с.
4. *Неронский Г. И.* Типоморфизм золота месторождений Приамурья. – Благовещенск: АмурНЦ, 1998. – 320 с.
5. *Петровская Н. В.* Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 347 с.
6. *Степанов В. А., Мельников А. В.* Высокопродуктивные золотосные узлы Приамурья // Lap Lambert academic publishing. – 2018. – 150 с.
7. *Степанов В. А., Моисеенко В. Г., Мельников А. В.* Уникальный рудно-россыпной район Приамурья с высокортутистым золотом // Доклады академии наук. – 2017. – Т. 472, № 6. – С. 681–685.

### REFERENCES

1. *Anert E. E.* Bogatstvo neдр Dal'nego Vostoka [The wealth of the interior of the Far East], Khabarovsk, Vladivostok, Knizhnoye delo Problems of gold content in the Far East, 1928, 932 p. (In Russ.).
2. *Moiseyenko V. G., Karnaukh Yu. A., Krasnov G. F.* Voprosy zolotonosnosti Dal'nego Vostoka [Problems of gold content in the Far East], Blagoveshchensk, Amurskaya lab. DVGI publ., 1971, P. 132–136. (In Russ.).
3. *Moiseyenko V. G., Eyriush L. V.* Zolotorudnyye mestorozhdeniya Vostoka Rossii [Gold ore deposits of the East of Russia], Vladivostok, Dal'nauka publ., 1996. 352 p. (In Russ.).
4. *Neronskiy G. I.* Tipomorfizm zolota mestorozhdeniy Priamur'ya [Typomorphism of gold deposits in the Amur region]. Blagoveshchensk, AmurNTS publ., 1998, 320 p.
5. *Petrovskaya N. V.* Samorodnoye zoloto [Native gold], Moscow, Nauka publ., 1973, 347 p. (In Russ.).
6. *Stepanov V. A., Melnikov A. V.* Vysokoproduktivnyye zolotonosnyye uzly Priamur'ya [Highly productive gold-bearing nodes of the Amur region], Lap Lambert academic publishing publ., 2018, 150 p. (In Russ.).
7. *Stepanov V. A., Moiseyenko V. G., Mel'nikov A. V.* Unikal'nyy rudno-rossypnoy rayon Priamur'ya s vysokortutistym zolotom [A unique ore-placer region of the Amur region with high-mercury gold], Doklady akademii nauk, 2017, V. 472, No. 6. P. 681–685. (In Russ.).

Плата с авторов за публикацию (в том числе с аспирантов) не взимается. Гонорар не выплачивается.

Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым предоставляет редакции право на ее опубликование в журнале и размещение в сети «Интернет».

Направление в редакцию работ, опубликованных ранее или намеченных к публикациям в других изданиях, не допускается.