

УДУ 553.411(571.62)

СТРУКТУРНЫЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ РАЙОНОВ ПРИАМУРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Степанов В. А.

*ФГБУН Научно-исследовательский геотехнологический центр,
г. Петропавловск-Камчатский
E-mail: vitstepanov@yandex.ru*

Рассмотрены структурная приуроченность и геохимические особенности локализации трех исторически сложившихся золоторудных районов Приамурской золотоносной провинции – Соловьевского, Гонжинского и Токурского. Приведены сведения о золоторудных месторождениях, из которых, начиная с 1890 г., добыто основное количество золота. Показано, что структурными элементами, определяющими позицию золоторудных районов, являются зоны рудоконтролирующих разломов – Южно-Токурингского, Северо-Токурингского и Желтулакского. Установлена отчетливая пространственная связь шлиховых ореолов самородного золота и киновари с зонами Северо-Токурингского и Южно-Токурингского разломов. Отмечается наличие существенных количеств ртути в самородном золоте Приамурской провинции, а также высокие содержания золота в киновари и самородной ртути. Это может свидетельствовать о генетической близости золотого и ртутного оруденения провинции. Предполагается, что основным источником золота и ртути служит мантийное вещество, изначально богатое этими компонентами. Установлено, что главной геохимической особенностью зон рудоконтролирующих разломов Приамурской золотоносной провинции является приуроченность к ним как золотого, так и ртутного оруденения.

Ключевые слова: золоторудный район, провинция, рудоконтролирующий разлом, самородное золото, киноварь.

DOI: 10.34078/1814-0998-2022-4-46-56

ВВЕДЕНИЕ

В Приамурской золотоносной провинции выделены три исторически сложившихся района добычи рудного золота – Соловьевский, Гонжинский и Токурский, в которых, начиная с 1890 года производилась основная добыча этого металла (Мельников, Степанов, 2021, Степанов, Мельников, 2022). Значительную роль в размещении золоторудных районов играют региональные рудоконтролирующие разломы – Северо-Токурингский, Южно-Токурингский и Желтулакский. Целью работы является определение геохимических особенностей зон рудоконтролирующих разломов Приамурской золотоносной провинции.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен металлогенический анализ территории Приамурской провинции с выделением металлогенических зон, рудных районов и узлов. Собран обширный материал по добыче рудного золота, начиная с 1890 г. Для получения геохимической характеристики территории Приамурской провинции, включая зоны региональных рудоконтролирующих разломов, был проведен анализ

распределения минералов золота и ртути в аллювии водотоков с составлением мономинеральных карт. Проанализирован состав самородного золота, а также элементов-примесей в киновари из россыпей провинции. Атомно-абсорбционный, спектральный и химический анализ состава минералов были выполнены в лабораториях института Амур-КНИИ ДВО РАН по стандартным методикам (аналитики С. М. Радомский, С. В. Некрасова).

ЗОЛОТОРУДНЫЕ РАЙОНЫ

Золотое оруденение Приамурской золотоносной провинции было сформировано в позднемезозойский этап тектоно-магматической активизации, который заключался в коллизии Алдано-Станового и Амурского геоблоков, с зажатой между ними Монголо-Охотской складчатой системой. В пределах провинции известно около 40 месторождений и несколько сотен проявлений рудного золота (Месторождения..., 2017). Из золоторудных месторождений, начиная с 1890 г. добыто около 400 т золота. Основное количество золота (365.7 т) добыто в золоторудных районах, которые являются основными центрами добычи рудного золота. Эти районы приурочены к центру провинции, занимая сравнительно неболь-

шие площади в западной (Соловьевский район), юго-западной (Гонжинский район) и восточной (Токурский район) ее частях. Соловьевский район включает в себя большую часть Янканской и

Желтулакской металлогенических зон, Гонжинский приурочен к центральной части Северо-Буреинской зоны, а Токурский – к центральной части Джагды-Селемджинской зоны (рис. 1).

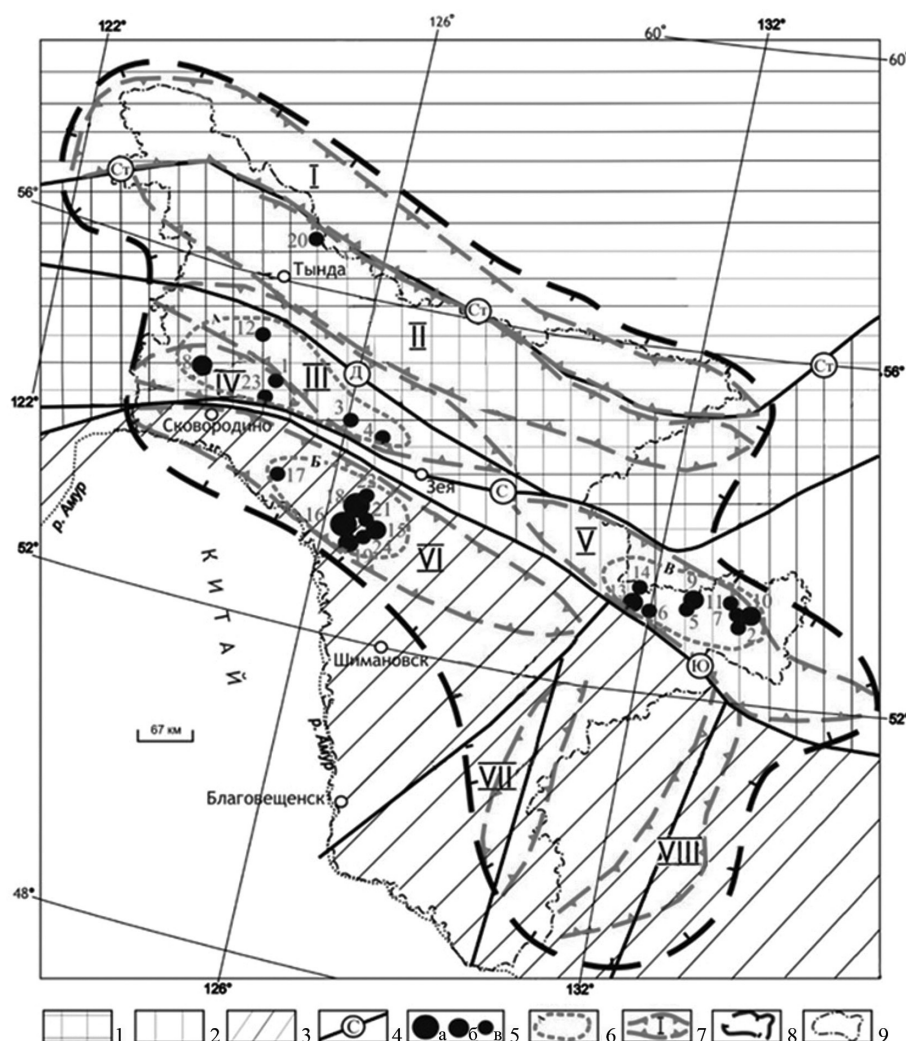


Рис. 1. Золоторудные районы Приамурской провинции: 1–3 – геоблоки: 1 – Алдано-Становой; 2 – Монголо-Охотский; 3 – Амурский; 4 – региональные разломы (Ст – Становой, С – Северо-Тукурингрский, Ю – Южно-Тукурингрский, Д – Желтулакский); 5 – золоторудные месторождения с существенной добычей золота и их номера: а – третьей категории с добычей более 50 т (16 – Покровское, 18 – Пионер), б – второй категории с добычей 10–50 т (8 – Березитовое, 9 – Токур, 10 – Албын, 13 – Маломыр, 15 – Желтунак, 19 – Анатолевское); в – первой категории с добычей менее 10 т (1 – Кировское, 2 – Харгинское, 3 – Успенское, 4 – Золотая Гора, 5 – Сагурское, 6 – Ворошиловское, 7 – Унгличкан, 11 – Ясное, 12 – Одолго, 14 – Кварцитовое, 17 – Буриндинское, 20 – Бамское, 21 – Базовое, 22 – Александра, 23 – Соловьевское, 24 – Катрин); 6 – границы рудных районов (А – Соловьевский, Б – Гонжинский, В – Токурский), 7 – границы металлогенических зон (I – Южно-Якутская, II – Северо-Становая, III – Желтулакская, IV – Янканская, V – Джагды-Селемджинская, VI – Северо-Буреинская, VII – Туранская, VIII – Восточно-Буреинская); 8 – контур Приамурской провинции; 9 – граница Амурской области

Fig. 1. Gold ore districts of the Amur province: 1–3 – geoblocks: 1 – Aldan-Stanovoy; 2 – Mongol-Okhotsk; 3 – Amur; 4 – regional faults (Ст – Stanovoy, С – North-Tukuringra, Ю – South-Tukuringra, Д – Jeltulak); 5 – gold deposits with significant gold production and their numbers: а – third category, production exceeding 50 tons (16 – Pokrovsk, 18 – Pioneer), б – second category, production 10–50 tons (8 – Berezit, 9 – Tokur, 10 – Albyn, 13 – Malomyr, 15 – Zheltunak, 19 – Anatolyevsk); в – the first category with production of less than 10 tons (1 – Kirov, 2 – Kharga, 3 – Uspenovka, 4 – Zolotaya Gora, 5 – Sagur, 6 – Voroshilov, 7 – Unglichikan, 11 – Yasnoye, 12 – Odolko, 14 – Quartzite, 17 – Burinda, 20 – Bam, 21 – Baza, 22 – Alexandra, 23 – Solovyovsk, 24 – Katrin); 6 – boundaries of ore districts (А – Solovyovsk, Б – Gonzha, В – Tokur), 7 – boundaries of metallogenic zones (I – South Yakutsk, II – North Stanovoy, III – Jeltulak, IV – Yankan, V – Jagdy-Selemja, VI – North Bureya, VII – Turan, VIII – East Bureya); 8 – contour of the Amur province; 9 – border of Amur Oblast

В рудных районах располагаются продуктивные золоторудные месторождения, разделенные по количеству добытого золота на месторождения первой (добыто от 0.5 до 10 т металла), второй (добыто от 10 до 50 т) и третьей категории (более 50 т).

Соловьевский район. В составе Соловьевского района находятся 7 эксплуатировавшихся в разное время золоторудных месторождений – Березитовое, Одолго, Джалиндинское (Кировское), Соловьевское, Шахта Мосина, Успенское и Золотая Гора, а также сравнительно недавно разведенное небольшое месторождение Снежинка (табл. 1). Они отнесены к золото-сульфидно-кварцевой (4 месторождения), золотокварцевой (3) и золотополиметаллической (1) формациям. По уровню золотодобычи выделяется Березитовое месторождение золотополиметаллической формации, отнесенное ко второй категории, остальные – к первой категории. Добыча золота в этом рудном районе началась в далеком 1890 г. с эксплуатации богатых сульфидно-кварцевых жил Джалиндинского (Кировского) месторождения и продолжается в настоящее время на месторождениях Березитовое и Соловьевское. Всего к настоящему времени добыто 52.8 т рудного золота.

Гонжинский район. Среди золоторудных месторождений Гонжинского рудного района по добыче золота выделяются месторождения третьей категории – Пионер и Покровское, второй – Анатольевское и Желтунак, остальные (Александра, Базовое, Катрин, Куликан и Буринда) – первой категории. Большинство месторождений являют-

ся представителями золотосеребряной и золото-сульфидно-кварцевой формации, два месторождения отнесены к золото-медно-молибден-порфировой и одно к золотокварцевой (табл. 2). В небольшом количестве рудное золото начало добываться в 1932–1934 гг. (месторождение Куликан). Но начало основной золотодобычи датируется 1993 годом (месторождение Покровское) и продолжается в настоящее время (месторождения Покровское, Пионер). Всего из этой группы месторождений добыто 183.0 т золота. К настоящему времени большинство месторождений полностью или почти полностью отработаны, за исключением значительного количества неокисленных «упорных» руд, находящихся на глубоких горизонтах месторождения Пионер.

Токурский район. В Токурском золоторудном районе месторождениями второй категории по добыче золота являются Албын, Токур и Маломыр, остальные – первой категории (табл. 3). Преобладают месторождения золотокварцевой формации, менее развиты представители золотосульфидной и золото-сульфидно-кварцевой. Рудные тела месторождений Албын и Эльга золотокварцевой формации сложены своеобразными кварц-альбитовыми метасоматитами (альбититами), в отличие от месторождения Токур, представленного кварцевыми жилами. Золотодобыча началась на богатых кварцевожильных месторождениях Тарнах (1918 г.), Харга (1924 г.), Ворошиловское и Казанское (1928 г.). Всего из месторождений добыто 129.7 т рудного золота. В настоящее время эксплуатация производится

Таблица 1. Золоторудные месторождения Соловьевского рудного района

Table 1. Gold deposits in the Solovyovsk ore district

№ на рис. 2.1	Месторождение	Годы открытия (освоения)	Количество добытого золота, т	Золоторудная формация	Тип рудных тел	Среднее содержание золота, г/т
1	Березитовое	1932 (2007–2021)	34.3	Золото-полиметаллическая	Прожилково-вкрапленный	3.0
2	Одолго	1959 (2007–2009)	0.5	Золотокварцевая	Залежь метасоматитов	2.5–10.0
3	Джалиндинское (Кировское)	1884 (1890–1917, 1932–1962)	9.7	Золотосульфидно-кварцевая	Жильный	8.5
4	Соловьевское	2014 (2015–2021)	5.2	Золотосульфидно-кварцевая	Прожилково-вкрапленный	3.7
5	Шахта Мосина	1912 (1912)	0.1	Золотосульфидно-кварцевая	Жильный, прожилково-вкрапленный	85
6	Успенское	1916 (1917–1931)	1.0	Золотокварцевая	Прожилково-вкрапленный	12.0
7	Золотая Гора	1917 (1917–1922)	2.0	Золотокварцевая	Жильный	От 7.1 г/т до 5–10 кг/т
8	Снежинка	1969	–	Золотосульфидно-кварцевая	Прожилковый	3.5

Таблица 2. Золоторудные месторождения Гонжинского рудного района

Table 2. Gold deposits in the Gonzha ore district

№ на рис. 2.1	Месторождение	Годы открытия (освоения)	Количество добытого золота, т	Золоторудная формация	Тип рудных тел	Среднее содержание золота, г/т
1	Пионер	1978 (2008–2021)	83.5	Золото-сульфидно-кварцевая	Прожилково-вкрапленный	1.6
2	Покровское	1974 (1999–2020)	65.4	Золотосеребряная	Прожилково-вкрапленный	4.4
3	Анатолевское	1978 (2012–2014)	13.2	Золотосульфидно-кварцевая	Прожилковый	3.6
4	Желтунак	1973 (2015–2018)	10.3	Золотосеребряная	Прожилково-вкрапленный	1.2–104
5	Базовое	1984 (2014–2018)	6.0	Золотосеребряная	Штокверковый	0.9
6	Александра	2013 (2014–2018)	3.1	Золотосульфидно-кварцевая	Прожилково-вкрапленный	1.47
7	Катрин	2016 (2018)	0.8	Золотосеребряная	Прожилковый	До 9.66
8	Буринда	1975 (2013–2015)	0.73	Золотосеребряная	Прожилково-вкрапленный	9.4
9	Куликан	1932 (1932–1934)	0.01	Золотокварцевая	Жильный	До 259
10	Икан (Боргуликан)	1975	–	Золото-медно-молибден-порфировая	Штокверковый	0.3
11	Восточное Двойное	1978	–	Золото-медно-молибден-порфировая	Штокверковый	0.83

Таблица 3. Золоторудные месторождения Токурского рудного района

Table 3. Gold deposits in the Tokur ore district

№ на рис. 2.1	Месторождение	Годы открытия (освоения)	Количество добытого золота, т	Золоторудная формация	Тип рудных тел	Среднее содержание золота, г/т
1	Албын	1941 (2012–2021)	41.1	Золотокварцевая	Зоны метасоматитов	2.62
2	Токур	1939 (1940–1999, 2010–2012)	34.1	Золотокварцевая	Жильный	14.2–17.6
3	Маломыр	1966 (2010–2021)	32.2	Золотосульфидная	Вкрапленный	2.3
4	Кварцитовое	1966 (2014–2021)	6.9	Золотокварцевая	Прожилково-вкрапленный	2.4
5	Харга	1901 (1924–1955)	5.3	Золотокварцевая	Жильный	9.0–27.0
6	Сагур	1924 (1947–1956)	3.1	Золотокварцевая	Жильный	16.4
7	Ворошиловское (Зазубринское)	1927 (1928–1949)	2.66	Золотокварцевая	Жильный	14.0
8	Унгличikan	1930 (1936–1944, 2014–2015)	0.6	Золотокварцевая	Кварцево-жильная зона	18.0

Окончание табл. 3

№ на рис. 2.1	Месторождение	Годы открытия (освоения)	Количество добытого золота, т	Золоторудная формация	Тип рудных тел	Среднее содержание золота, г/т
9	Ясное	1951 (1953–1957)	0.5	Золотокварцевая	Жильный	3.4
10	Ингагли	1934 (1934–1938)	0.22	Золотокварцевая	Жильный	От 14–22 до 100
11	Казанское (Казанская жила)	1928 (1928–1935)	0.2	Золотокварцевая	Жильный	До 153
12	Афанасьевское	1901 (1946–1948)	0.13	Золотокварцевая	Жильный	26
13	Поисковое (Верхнемынское)	1939 (1941–1945)	0.1	Золотосульфидно-кварцевая	Жильный	37.4
14	Тарнах	1918 (1918–1921)	0.098	Золотокварцевая	Жильный	4.4–160
15	Иннокентьевское (Восточное)	1947	–	Золотокварцевая	Жильный	1.1–53.5
16	Осеннее	2011	–	Золотосульфидная	Прожилково-жильная зона	4.6
17	Разведочное (Лавровское)	1945 (1945–1947)	0.2	Золотокварцевая	Жильный	26.9
18	Эльгинское	1995 (2021)	2.3	Золотокварцевая	Зоны метасоматитов	1.1–6

на месторождениях Албын и Маломыр, а также на недавно открытом крупном по запасам золота Эльгинском месторождении.

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ РАЙОНОВ

Основными структурными элементами, определяющими позицию золоторудных районов, являются зоны Южно-Тукурингского и Северо-Тукурингского, а для Соловьевского района еще и Желтулакского разлома. Эти разломы являются основными рудоконтролирующими структурами. Первые два служат границами крупных геоблоков земной коры – Северо-Станового и Амурского с Монголо-Охотской складчатой системой, а Желтулакский является внутриблоковым и делит Северо-Становой блок на две части – западную Селенгино-Становую и восточную Джугджуро-Становую.

Северо-Тукурингский межблоковый разлом имеет извилистую в плане границу. Он протягивается в субширотном направлении на протяжении порядка 950 км, отделяя Алдано-Становой блок от Монголо-Охотской складчатой области. На западном фланге Северо-Тукурингский разлом является пологим надвигом или взбросо-надвигом, наклоненным к северу (Петрук и др., 2009). Он отнесен к группе «надмантийных» разломов, проявляющихся со смещениями по границе Мохоровичича. Вертикальные амплитуды смещения поверхности Мохоровичича (залегает

на глубине 38–42 км) по разлому составляют 1–6 км. На восточном фланге поверхность Северо-Тукурингского надвига контролируется мощной зоной бластомилонитов, погружающейся к северу под углами 20–70° (Кириллова, 1979). Амплитуда смещения по разлому достигает нескольких десятков километров (Турбин и др., 1988).

Южно-Тукурингский межблоковый разлом в плане имеет северо-западную ориентировку и протягивается на 950 км вдоль южной границы распространения Монголо-Охотской системы. Он отнесен к группе «надбазитовых» разломов, проявляющихся смещениями по поверхности протобазальтового слоя (Петрук и др., 2009). По отношению к внешним границам мегаблоков он является продольным и простирается параллельно их границам. Предполагается, что в мезозое, то есть в период тектоно-магматической активизации, Южно-Тукурингский разлом представлял собой взброс с активным северным крылом.

Желтулакский внутриблоковый разлом является опережающим по отношению к Северо-Тукурингскому. Простирается его северо-западное близширотное, протяженность около 800 км. В целом это система дизъюнктивов общей шириной 10–20 км сдвигового, сбросо-сдвигового и надвигового типов (Забродин и др., 2015). Н. Н. Петрук с соавторами он отнесен к группе «надбазитовых» разломов трансформного типа. Разломы этого типа смещают отдельные блоки протобазальтового слоя (Петрук и др., 2009). По мнению

М. В. Горошко с соавторами, Джелтулакский разлом коровый, хотя и имел в разные периоды и на разных участках связь с мантией (Горошко и др., 2010).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОН РЕГИОНАЛЬНЫХ РАЗЛОМОВ

Для получения геохимической информации территории Приамурской провинции, включая зоны региональных рудоконтролирующих разломов, были составлены мономинеральные карты ореолов самородного золота и киновари в виде изолиний плотности распределения минералов в шлихах (Вьюнов, Степанов, 2004). В результате этих работ установлена отчетливая пространственная связь шлиховых ореолов золота и киновари с зонами Северо-Тукурингского и Южно-Тукурингского разломов.

Шлиховые ореолы самородного золота. Наиболее крупный ореол самородного золота в аллювиальных отложениях прилегает к северному краю зоны Джелтулакского разлома (рис. 2). Он фиксирует восточный фланг Джелтулакской металлогенической зоны, в пределах которой ши-

роко развиты жильные месторождения золотокварцевой формации с крупным самородным золотом (Золотая Гора и др.). Севернее отмечены отдельные, небольшие по площади, ореолы самородного золота. Кроме того, ряд ореолов меньшей интенсивности образует скопления на западном фланге провинции в месте сближения зоны Северо-Тукурингского разлома с Южно-Тукурингским. В центральной части провинции шлиховые ореолы золота прилегают к зоне Южно-Тукурингского разлома, а также располагаются между Южно-Тукурингским и Северо-Тукурингским разломами.

Состав самородного золота из россыпей Приамурья меняется в широких пределах с максимумом встречаемости пробы в интервале 850–925 ‰ (Степанов, 2019). Среди элементов-примесей в нем, кроме преобладающего серебра, наиболее часто отмечаются железо, медь и ртуть (Неронский, 1998). В непосредственной близости от зоны Северо-Тукурингского разлома в россыпях Унья-Бомского рудно-россыпного узла (РРУ) содержания ртути в золоте резко возрастают и достигают,

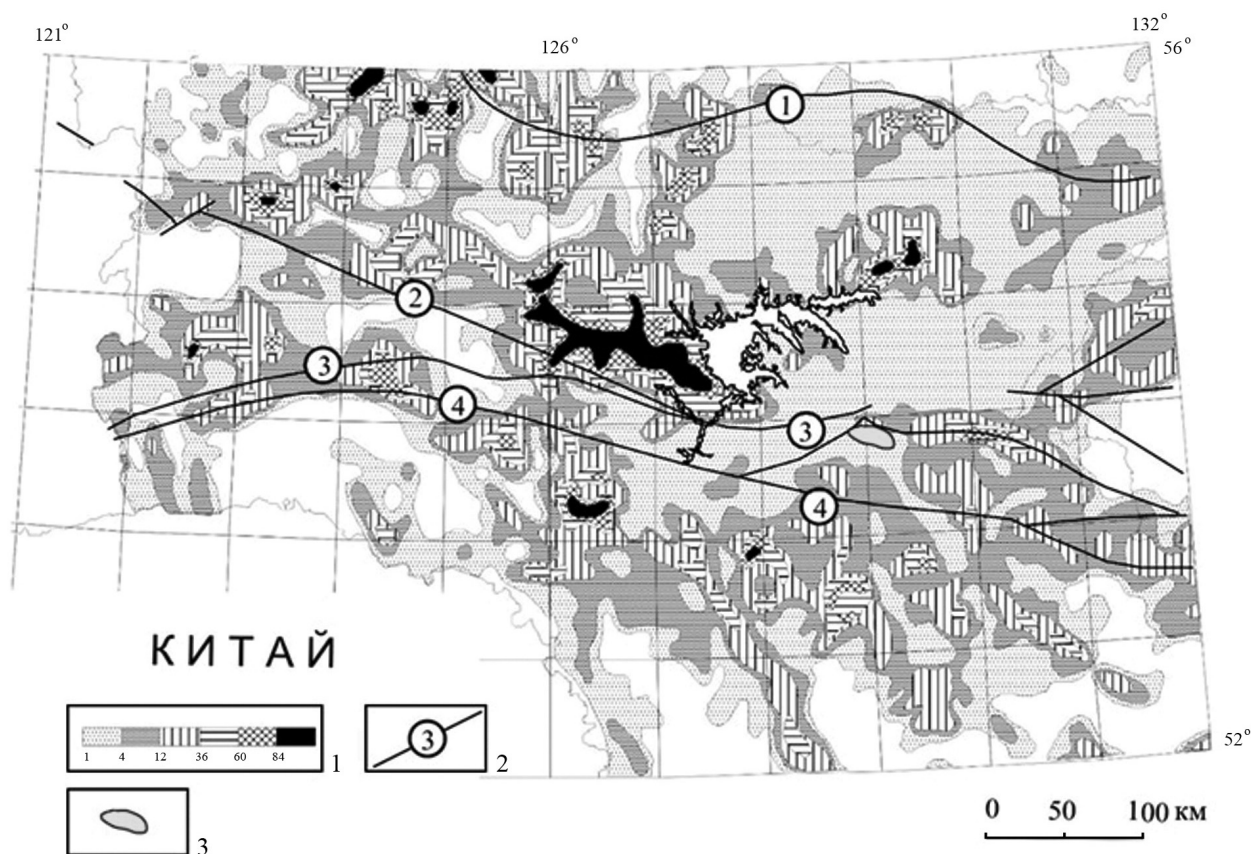


Рис. 2. Шлиховые ореолы самородного золота в аллювиальных отложениях (Вьюнов, Степанов, 2004 с дополнениями): 1 – шкала интенсивности шлиховых ореолов самородного золота (в единицах удельной плотности); 2 – региональные разломы (1 – Становой, 2 – Джелтулакский, 3 – Северо-Тукурингский, 4 – Южно-Тукурингский), 3 – Унья-Бомский рудно-россыпной узел

Fig. 2. Dressing halos of native gold in alluvial deposits (Vyunov, Stepanov, 2004, with additions): 1 – intensity scale of native gold ore halos (in units of specific density); 2 – regional faults (1 – Stanovoy, 2 – Jeltulak, 3 – North-Tukuringra, 4 – South-Tukuringra), 3 – Unya-Bom ore-placer cluster

по данным химического и количественного спектрального анализов, первых процентов (табл. 4).

Шлиховые ореолы киновари. Ореолы киновари в аллювиальных отложениях трассируют геоблок Монголо-Охотской складчатой системы,

ограниченный Северо-Тукурингским и Южно-Тукурингским межблоковыми разломами. Наиболее интенсивные ореолы приурочены к западному флангу, центральной части и северо-восточному ограничению этого геоблока (рис. 3).

Таблица. 4. Состав самородного золота из россыпей Унья-Бомского РРУ Приамурья (мас. %)

Table. 4. Composition of native gold from placers in the Unya-Bom ore-placer cluster, Amur Oblast (wt. %)

№ пп	Номер пробы	Привязка	Химический анализ			Количественный спектральный анализ			
			Au	Ag	Hg	Hg	As	Cu	Pb
1	У-3	р. Б. Джега	88.7	8.1	1.06	0.75	0.02	0.01	0.002
2	У-12-3	р. Амкан	88.6	7.7	2.06	1.0	0.002	0.004	0.001
3	У-9	руч. Алешкин	89.4	7.1	1.60	1.0	0.002	0.005	0.001
4	У-7	р. Джескогон	88.6	5.3	2.75	1.0	0.002	0.009	0.0006
5	У-4	р. Бочагор	88.4	5.7	1.55	1.0	0.004	0.027	0.001
6	У-6	р. Унья	88.0	6.9	0.21	1.0	0.002	0.05	0.001
7	У-1	То же	89.9	6.7	0.72	0.55	0.003	0.006	0.0003
8	У-2	То же	89.1	6.7	1.16	0.14	0.007	0.011	0.0003
9	У-5	р. Сирик-Макит	89.9	6.5	1.50	1.0	0.003	0.04	0.002
10	У-10-1	р. Унья	86.1	8.7	0.31	0.75	0.002	0.016	0.001
11	У-10-3	р. Унья	88.2	6.5	0.34	1.0	0.002	0.017	0.001

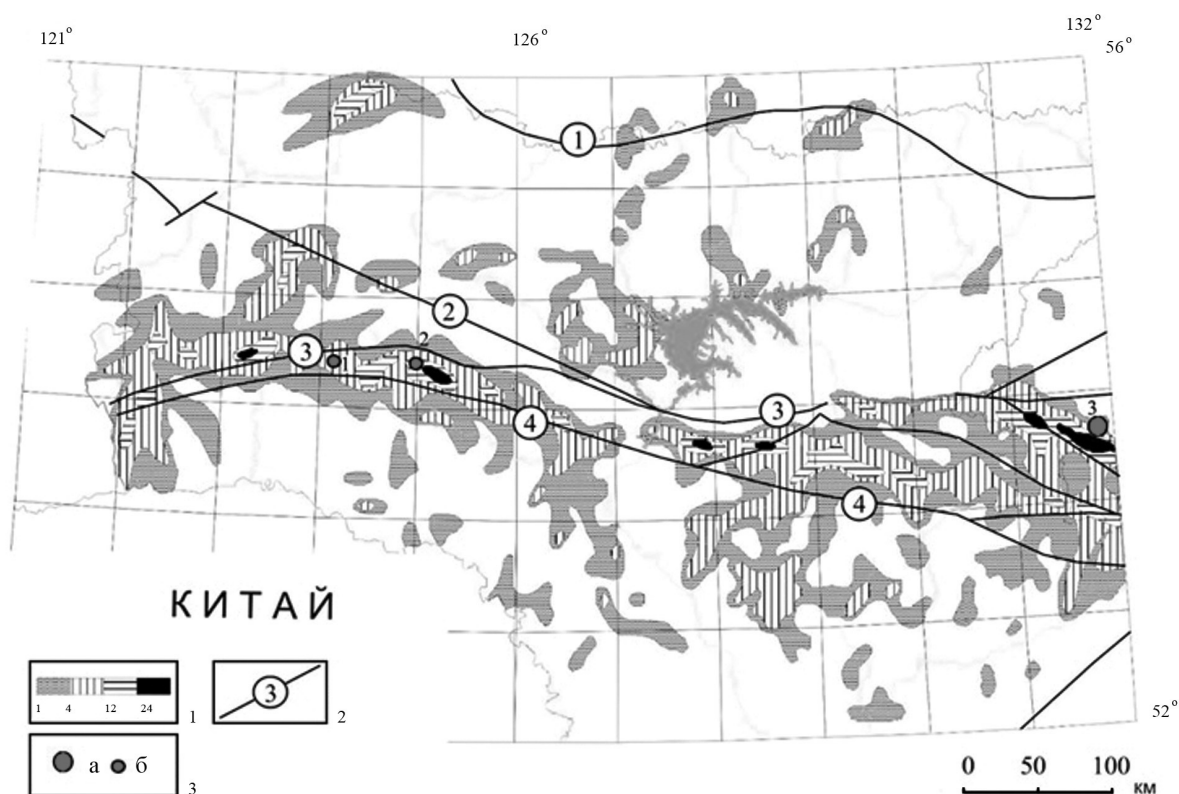


Рис. 3. Шлиховые ореолы киновари в аллювиальных отложениях (Вьюнов, Степанов, 2004 с дополнениями): 1 – шкала интенсивности шлиховых ореолов киновари (в единицах удельной плотности); 2 – региональные разломы (1 – Становой, 2 – Желтулакский, 3 – Северо-Тукурингский, 4 – Южно-Тукурингский), 3 – ртутное оруденение: а – месторождения, б – проявления (1 – проявление Старый Янкан, 2 – проявление Двойное, 3 – месторождение Ланское)

Fig. 3. Cinnabar dressing halos in alluvial deposits (Vyunov, Stepanov, 2004, with additions): 1 – intensity scale of cinnabar dressing halos (in specific density units); 2 – regional faults (1 – Stanovoy, 2 – Jeltulak, 3 – North-Tukurin-gra, 4 – South-Tukurin-gra), 3 – mercury mineralization: a – deposits, б – occurrences (1 – Old Yankan occurrence, 2 – Dvoynoy occurrence, 3 – Lansko deposit)

Таблица. 5. Содержание элементов-примесей в киновари из аллювиальных отложений Приамурья (Степанов, 2000)

Table. 5. Impurity element contents in cinnabar from alluvial deposits of Amur Oblast (Stepanov, 2000)

№ п/п	Место отбора киновари	Атомно-абсорбционный анализ, г/т		Полуколичественный спектральный анализ, г/т (Zn- %)								
		Au	Ag	Sb	Pb	Cu	Bi	Cd	Fe	Sn	W	Zn
1	р. Уркима	88.4	27.3	—	5	10	—	500	300	2	—	1
2	Верховья р. Б. Желтулак	140.0	185.7	—	1	3	—	3	—	30	—	0.3
3	Низовья р. Б. Желтулак	6.0	33.0	300	7	50	3	1000	500	300	20	1
4	Там же	5.0	42.1	300	10	30	1	1000	300	70	10	1
5	Молчановская коса р. Зея	2.5	50.0	—	—	—	6	—	—	—	—	0.06
6	руч. Ясный	17.5	50.0	—	1	7	1	—	—	2	—	0.1
7	руч. Коболдо	80.0	50.0	—	3	20	—	150	150	1	—	0.3
8	руч. Маломыр	16.9	5.0	—	5	10	—	—	100	5	—	1

Желтулакский внутриблоковый разлом не фиксируется ореолами киновари. В некоторых ореолах киноварь отличается значительным содержанием примеси золота (2.5–140.0 г/т) и серебра (5–185.7 г/т). Кроме того, в ней содержатся значительные примеси цинка (0.06–1 %), кадмия (до 500 г/т) и железа (до 500 г/т) (табл. 5).

Источником киновари в аллювиальных отложениях служит ртутное оруденение. Оно сосредоточено в узкой полосе, ограниченной зонами Северо-Тукурингского и Южно-Тукурингского разломов (Степанов, 2000). Здесь известно около двух десятков проявлений и месторождение ртути Ланское. Ртутное оруденение отнесено к телетермальному классу месторождений гидротермальной группы. По классификации В. П. Федорчука (1983) в пределах Приамурской золотоносной провинции выделяется два основных типа ртутного оруденения – кварц-диккитовый и лиственитовый. Наиболее широко развито оруденение кварц-диккитового типа, преобладающее на восточном фланге провинции. К нему отнесены месторождение Ланское и ряд проявлений. Ланское месторождение представлено минерализованными зонами дробления среди терригенных толщ пермского возраста. Руды представлены тектоническими брекчиями, частично замещенными диккит-гидрослюдисто-кварцевым агрегатом. Среди рудных минералов преобладает киноварь, иногда встречается самородная ртуть, реже метациннабарит, реальгар, аурипигмент, антимонит и пирит. Среднее содержание ртути 0.44 %, примесь золота достигает 1.5 г/т (Турбин, 1981). По данным атомно-абсорбционного анализа, киноварь месторождения содержит примесь золота в количестве от 1.27 до 13.0 г/т, а самородная ртуть – до 335 г/т (Степанов, 2000).

На западном фланге провинции расположены проявления ртути Старый Янкан и Двойное. Руд-

ные тела проявления лиственитового типа Старый Янкан сложены зонами лиственитизации с кварц-карбонатным материалом и вкрапленностью киновари. В протоочных пробах отмечаются знаки золота. Содержание ртути достигает 0.1–0.5 %, золота от 0.4 до 1 г/т. Проявление ртути Двойное кварц-диккитового типа представлено зоной брекчирования песчаников позднеюрского-раннемелового возраста. Мощность зоны 1–2 м при длине около 220 м. Киноварь в виде жил и прожилков приурочена к интенсивно диккитизированным породам. Содержание ртути в бороздовых пробах достигает 0.1–1 %, иногда до 20 %. Примесь золота в отдельных пробах до 4.0 г/т. Киноварь содержит примесь золота от 0.3 до 3.48 г/т (Степанов, 2000).

Отметим, что золотоносность ртутных проявлений и Ланского месторождения изучена очень слабо. В связи с этим встает вопрос о ревизии ртутного оруденения Приамурья на золото, поскольку в ряде случаев проявления ртути могут служить признаками наличия промышленных месторождений золото-ртутной формации.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наблюдается структурная приуроченность золоторудных районов к зонам крупных региональных разломов – Северо-Тукурингского, Южно-Тукурингского и Желтулакского. Первые два разлома являются межблоковыми и достигают мантийных глубин. В отличие от них Желтулакский внутриблоковый разлом относится к коровым.

Шлиховые ореолы самородного золота в той или иной степени приурочены ко всем трем разломам. Наиболее крупный из них приурочен к сочленению Северо-Тукурингского и Желтулакского разломов. Остальные прилегают к зо-

нам разломов или располагаются конформно их простиранию на расстоянии до десятков километров к северу и югу. Самородное золото преимущественно высокой пробы, среди примесей наиболее типична ртуть, содержание которой в россыпях Унья-Бомского узла достигает первых процентов.

Кроме золотого оруденения к зонам Южно-Тукурингского и Северо-Тукурингского межблоковых разломов приурочены шлиховые ореолы киновари и ртутное оруденение. Киноварь в шлихах из ряда водотоков содержит высокую примесь золота от 2.5 до 140 г/т. Высокие содержания золота отмечаются также в киновари и самородной ртути месторождения ртути Ланское и проявлений Двойное и Старый Янкан. Эти данные наряду с наличием существенных количеств ртути в самородном золоте могут свидетельствовать о генетической близости золотого и ртутного оруденения провинции.

Поскольку Южно-Тукурингский и Северо-Тукурингский разломы достигают мантийных глубин, можно предположить, что основным источником золота и ртути служит мантийное вещество, изначально богатое этими компонентами. На это указывает то, что кларковые содержания золота и ртути в каменных метеоритах, состав которых, по-видимому, отвечает мантийному веществу, на порядок выше, чем в земной коре (Виноградов, 1962, Беус и др., 1976). Вероятно, региональные разломы играли роль не только рудоконтролирующих, но и рудоподводящих структур. В отличие от них Джелтулакский внутриблоковый разлом, не фиксирующий ореолы киновари, по-видимому, имеет только рудоконтролирующее значение.

Мантийное происхождение ртути в результате дегазации мантии в процессе тектогенеза не вызывает сомнения (Озерова, 1986). Поэтому транспортировка золота в верхние горизонты земной коры возможна в газовой фазе вместе с парами ртути. На это указывают следующие данные. Во-первых, примесь ртути в несколько раз повышает летучесть золота. Во-вторых, соединения этих металлов в газовой фазе настолько прочны, что ртуть не освобождается от «следов» золота даже после многократной повторной перегонки в вакууме (Некрасов, 1974). На аффинажных заводах при переплавке ртутьсодержащего золота вместе с выделяющимися парами ртути увлекается и золото: собранная в конденсационной системе ртуть содержит 0.040–0.12 % золота (Масленицкий, Чугаев, 1972). При уменьшении температуры и давления в верхних горизонтах земной коры происходит конденсация амальгам из золото-ртутных флюидов с последующей кристаллизацией самородного золота, так как способ выращивания кристаллов золота из амальгам известен достаточно давно (Вильм, 1893).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлено, что основными структурными элементами, определяющими позицию золоторудных районов – Южно-Тукурингского, Северо-Тукурингского и Джелтулакского. Соловьевский район приурочен к зоне пересечения Северо-Тукурингского и Джелтулакского разломов, Гонжинский прилегает к зоне Южно-Тукурингского разлома с юга, а Токурский располагается между Северо-Тукурингским и Южно-Тукурингским разломами. Северо-Тукурингский и Южно-Тукурингский разломы являются межблоковыми и достигают мантийных глубин, а Джелтулакский внутриблоковый разлом относится к коровым.

К зонам Южно-Тукурингского и Северо-Тукурингского разломов приурочено золотое оруденение, ртутная минерализация, а также шлиховые ореолы самородного золота и киновари. Пространственная близость золотого и ртутного оруденения дополняется наличием существенных количеств ртути в самородном золоте и высокими содержаниями золота в киновари и самородной ртути, что может свидетельствовать о генетической близости золотого и ртутного оруденения провинции. Зоны этих двух разломов, достигающие верхней мантии, могут играть роль рудоподводящих структур для золотого и для ртутного оруденения, а Джелтулакский коровый разлом имеет рудоконтролирующее значение для золотого оруденения.

Установлено, что главной геохимической особенностью зон рудоконтролирующих разломов Приамурской золотоносной провинции является приуроченность к ним как золотого, так и ртутного оруденения.

Предполагается, что основным источником золота и ртути служит мантийное вещество, изначально богатое этими компонентами. Транспортировка золота в верхние горизонты земной коры возможна в газовой фазе вместе с парами ртути. В связи с высокими содержаниями золота в некоторых проявлениях и местотождеии ртути Ланском встает вопрос о необходимости ревизии ртутных месторождений Приамурья на золото.

ЛИТЕРАТУРА

- Беус А. А., Грабовская Л. И., Тихонова Н. В. Геохимия окружающей среды. Москва : Недра, 1976. 248 с.
- Вильм Ф. В. О кристаллах золота, содержащих ртуть // ЖРФХО. 1893. Т. 25. Вып. 1–9. С. 66–664.
- Виноградов А. П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. С. 555–571.
- Вьюнов Д. Л., Степанов В. А. Геохимические поля Верхнего Приамурья // Тихоокеанская геология. 2004. Т. 23, № 5. С. 116–124.

Горошко М. В., Каплун В. Б., Малышев Ю. Ф. Джелтулакский разлом: глубинное строение, эволюция, металлогения // Литосфера. 2010. № 6. С. 38–54.

Забродин В. Ю., Рыбас О. В., Гильманова Г. З. Разломная тектоника материковой части Дальнего Востока России. Владивосток : Дальнаука. 2015. 132 с.

Кириллова Г. Л. Системы коллизионных разломов // Тектоническое районирование и структурно-вещественная эволюция Северо-Востока Азии. Москва : Наука. 1979. С. 169–173.

Масленицкий И. Н., Чугаев Л. В. Металлургия благородных металлов. Москва : Metallurgy. 1972. 368 с.

Мельников А. В., Степанов В. А. История рудного золота Приамурья. Благовещенск : АмГУ. 2021. 160 с.

Месторождения рудного золота Приамурской провинции / под ред. В. А. Степанова. Благовещенск : АмГУ. 2017. 150 с.

Некрасов Б. В. Основы общей химии. Москва : Химия. 1972. Т. 2. 688 с.

Неронский Г. И. Типоморфизм золота месторождений Приамурья. Благовещенск : АмурНИЦ. 1998. 320 с.

Озерова Н. А. Ртуть и эндогенное образование. Москва : Наука. 1986. 155 с.

Петрук Н. Н., Шилова М. Н., Козлов С. А., Мялик А. В., Шадрина Н. И., Азарова И. А. Государственная геологическая карта Российской Федерации (третье поколение). Масштаб 1 : 1 000 000. Дальневосточная серия. Лист N-51, (M-51) – Сковородино. Объяснительная записка. Санкт-Петербург: Карт. ф-ка ВСЕГЕИ. 2009. 300 с.

Степанов В. А. Геология золота, серебра и ртути. Часть 2. Золото и ртуть Приамурской провинции. Владивосток : Дальнаука. 2000. 160 с.

Степанов В. А. Самородное золото Приамурской провинции // Записки Российского минералогического общества. 2019. Ч. 148. № 1. С. 25–37.

Степанов В. А., Мельников А. В. Этапы выявления, освоение коренных золоторудных месторождений и основные направления деятельности по расширению минерально-сырьевой базы Приамурской золотоносной провинции // Вестник ДВО. 2022. № 1. С. 34–42.

Турбин М. Т., Вольский А. С., Старченко В. В. Монголо-Охотская геосинклинально-складчатая система // Геология зоны БАМ. Ленинград : Недра. 1988. Т. 1. Геологическое строение. С. 265–290.

Федорчук В. П. Геология ртути. Москва : Недра. 1983. 240 с.

Поступила в редакцию 17.10.2022 г.

Поступила после доработки 10.11.2022 г.

STRUCTURAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF THE GOLD MINING AREAS IN THE AMUR PROVINCE

V. A. Stepanov

Scientific Research Geotechnological Center FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky

The article discusses structural confinement and geochemical features of localization of three historically formed gold ore districts in the Amur gold-bearing province: Solovyovsk, Gonzha, and Tokur, presenting the data on the gold deposits in the districts, from which, since 1890, the main amount of gold has been extracted. It is shown that the structural elements, determining the position of gold ore districts, are the zones of ore-controlling faults: South Tukuringra, North Tukuringra, and Jeltulak. The distinct spatial connection of the native gold and cinnabar dressing halos with the North-Tukuringra and South-Tukuringra fault zones has been established. The significant amounts of mercury in the native gold of the Amur province, as well as high gold content in cinnabar and native mercury are noticed, which may indicate the genetic proximity of the gold and mercury mineralization of the province. It is assumed that the main source of gold and mercury is the mantle matter, initially rich in these components. It is established that, in the Amur gold-bearing province, the principal geochemical feature of ore-controlling fault zones is gold and mercury mineralization confined to them.

Keywords: gold ore district, province, ore-controlling fault, native gold, cinnabar.

REFERENCES

- Beus, A. A., Grabovskaya, L. I., Tikhonova, N. V., 1976. Geochemistry of the Environment. Moscow, Nedra [In Russian].
- Deposits of Ore Gold of the Amur Province, ed. V. A. Stepanov. Blagoveshchensk, AmSU. 2017. 150 [In Russian].
- Fedorchuk, V. P., 1983. Geology of Mercury. Moscow, Nedra [In Russian].
- Goroshko, M. V., Kaplun, V. B., Malyshev, Yu. F., 2010. Jeltulak Fault: Deep Structure, Evolution, Metallogeny, *LITHOSPHERE (Russia)*. 6, 38–54 [In Russian].
- Kirillova, G. L., 1979. Collision Fault Systems, *Tectonic Zoning and Structure-Material Evolution of Northeast Asia*. Moscow, Nauka. 169–173 [In Russian].

Maslenitsky, I. N., Chugayev, L. V., 1972. Precious Metals Metallurgy. Moscow, Metallurgy [In Russian].

Melnikov, A. V., Stepanov, V. A., 2021. History of Ore Gold in Amur Oblast. Blagoveshchensk, AmSU [In Russian].

Nekrasov, B. V., 1972. Fundamentals of General Chemistry. Moscow, Chemistry. Vol. 2 [In Russian].

Neronsky, G. I., 1998. Typomorphism of Gold Deposits in Amur Oblast. Blagoveshchensk, AmurNTs [In Russian].

Ozerova, N. A., 1986. Mercury and Endogenous Formation. Moscow, Nauka [In Russian].

Petruk, N. N., Shilova, M. N., Kozlov, S. A., Myalik A. V., Shadrina N. I., Azarova I. A., 2009. Federal Geologic Map of the Russian Federation (Third Generation). Scale 1 : 1000000. Far East Series. Sheet N-51, (M-51), Skovorodino. Explanatory Note. St. Petersburg, VSEGEI [In Russian].

Stepanov, V. A., 2000. Geology of Gold, Silver, and Mercury. P. 2. Gold and Mercury of the Amur Province. Vladivostok, Dalnauka [In Russian].

Stepanov, V. A., 2019. Native Gold in the Amur Province, *Zapiski RMO*. 148, 1, 25–37 [In Russian].

Stepanov, V. A., Melnikov, A. V., 2022. Stages of Identification, Development of Indigenous Gold Deposits, and Basic Activities to Expand the Mineral Resource Base of the Amur Gold-bearing Province, *Vestnik FEB RAS*. 1, 34–42 [In Russian].

Turbin, M. T., Volsky, A. S., Starchenko, V. V., 1988. Mongol-Okhotsk Geosynclinal-Folded System, *Geology of the BAM Zone*. Leningrad, Nedra. Vol. 1. Geological Structure. 265–290 [In Russian].

Vilm, F. V., 1893. On Gold Crystals Containing Mercury, *Zhurnal Russkogo Fiziko-Khimicheskogo Obshchestva*. 25, 1–9, 66–664 [In Russian].

Vinogradov, A. P., 1962. Average Contents of Chemical Elements in the Main Types of Igneous Rocks in the Earth's Crust, *Geochemistry International*. 7, 555–571 [In Russian].

Vyunov, D. L., Stepanov, V. A., 2004. Geochemical Fields in the Upper Amur Area, *Russian Journal of Pacific Geology*. 23, 5, 116–124 [In Russian].

Zabrodin, V. Yu., Rybas, O. V., Gilmanova, G. Z., 2015. Fault Tectonics of the Mainland of Russia's Far East. Vladivostok, Dalnauka [In Russian].