

Позднемеловое оруденение и магматизм Софийского золотоносного узла Приамурья

Аннотация. Приведено описание геологического строения, золотого оруденения и россыпей Софийского золотоносного узла, приуроченного к восточному флангу Приамурской провинции. Установлено, что коренными источниками богатых россыпей Софийского узла являются месторождения и проявления золото-кварцевой формации. Показано, что золотое оруденение пространственно и генетически связано с гранитоидными интрузиями баджало-дуссеалинского комплекса. Геологические данные и изотопные определения указывают на позднемеловой возраст интрузий баджало-дуссеалинского комплекса и золотого оруденения Софийского узла.

Ключевые слова: рудно-россыпной узел, изотопный возраст, интрузивный комплекс, месторождение, самородное золото.

СТЕПАНОВ ВИТАЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ¹, vitstepanov@yandex.ru

МЕЛЬНИКОВ АНТОН ВЛАДИМИРОВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник ², melnikov_anton1972@mail.ru

¹ Научно-исследовательский геотехнологический центр (НИГТЦ) ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

² Институт геологии и природопользования (ИГиП) ДВО РАН, г. Благовещенск

The Late Cretaceous mineralization and magmatism of the Sofia gold-bearing cluster, Amur Region

V. A. STEPANOV ¹, A. V. MELNIKOV ²

¹ Scientific Research Geotechnological Center (NIGTC), Petropavlovsk-Kamchatskiy

² Institute of Geology and Environmental Management (IGiP) FEB RAS, Blagoveshchensk

Annotation. The geological structure, gold mineralization, and gold placers of the Sofia gold-bearing cluster confined to the eastern flank of the Amur province are described. It has been distinguished that the root sources of the rich placers of the Sofia cluster are represented by the ore deposits and manifestations of the gold-quartz formation. It is shown that the gold mineralization is spatially and genetically related to granitoid intrusions of the Badzhal-Dussealin complex. Geological data and isotopic determinations indicate the Late Cretaceous age of the intrusions of the Badzhal-Dussealin complex and the golden mineralization of the Sofia cluster.

Key words: ore-placer cluster, isotopic age, intrusive complex, mineral deposit, native gold.

Введение. Софийский золотоносный узел находится на восточном, удалённом фланге Приамурской провинции. Он отличается богатыми россыпями золота и небольшими месторождениями золото-кварцевой формации. Золотое оруденение сопровождается интрузиями баджало-дус-

сеалинского комплекса позднемелового возраста. Геологический и изотопный позднемеловой возраст золотого оруденения Софийского узла вызывает повышенный интерес в связи с тем, что большинство продуктивных золоторудных месторождений центральной части Джагды-Селемджинской

металлогенической зоны (Токур, Маломир, Эльга и др.) значительно древнее и было сформировано в раннемеловое время.

Материалы и методы. В процессе металлогенического анализа территории Приамурья выделены металлогенические зоны и рудно-россыпные узлы, в том числе Джагды-Селемджинская металлогеническая зона, на восточном фланге которой находится Софийский рудно-россыпной узел. Произведён анализ литературных и фондовых материалов по геологическому строению, месторождениям и россыпям золота Софийского узла. Особое внимание уделялось взаимоотношению золотого оруденения с интрузивными комплексами. Изучен состав руд и самородного золота месторождения Буровое. Изотопный возраст месторождения Буровое Софийского узла и расположенного западнее Ворошиловского месторо-

ждения определён Rb-Sr методом в лаборатории изотопной геологии ВСЕГЕИ.

Геологическое строение и золотоносность Джагды-Селемджинской металлогенической зоны. Джагды-Селемджинская металлогеническая зона, к восточному флангу которой приурочен Софийский РРУ, располагается в центральной, приа-дерной части Приамурской провинции. Здесь распространены вулканогенно-осадочные и терригенные породы палеозойского и мезозойского возраста, а также интрузии того же возраста. Зону ограничивают с севера и юга региональные Северо-Тукурингский и Южно-Тукурингский разломы. По геологическому строению, интенсивности золотого оруденения и россыпей, а также масштабу золоторудных месторождений выделены три части металлогенической зоны – западная, центральная и восточная, разделённые попереч-

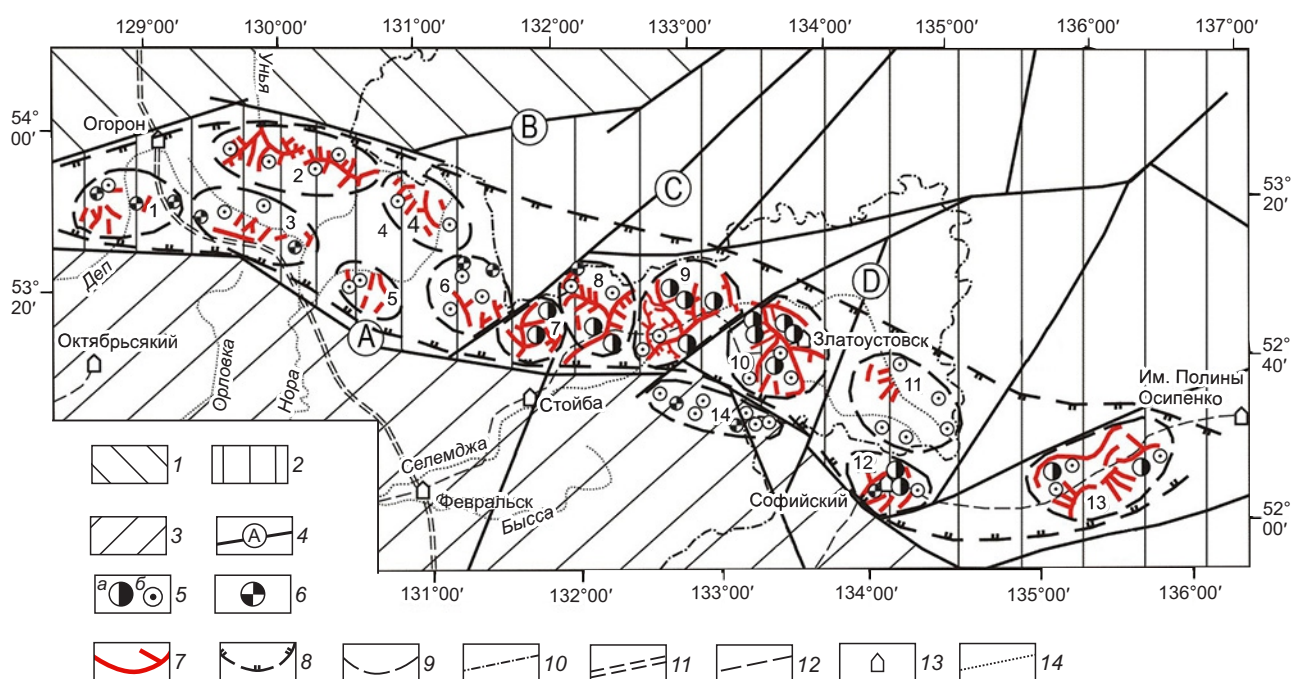


Рис. 1. Джагды-Селемджинская металлогеническая зона:

1–3 – геоблоки: 1 – Алдано-Становой, 2 – Монголо-Охотский, 3 – Амурский; 4 – региональные разломы (А – Южно-Тукурингский, В – Северо-Тукурингский, С – Удыхинский, D – Харгинско-Селитканский); 5 – золоторудные месторождения (а) и проявления (б); 6 – проявления ртути; 7 – россыпи золота; 8–9 – границы: 8 – металлогенической зоны, 9 – золотоносных узлов (1 – Долбырский, 2 – Унья-Бомский, 3 – Туксинский, 4 – Дугдинский, 5 – Норский, 6 – Эгорский, 7 – Маломирский, 8 – Верхнестойбинский, 9 – Токурский, 10 – Харгинский, 11 – Восточно-Селемджинский, 12 – Софийский, 13 – Кербинский, 14 – Огоджинский); 10 – контур Амурской области; 11 – Байкало-Амурская железнодорожная магистраль; 12 – автодороги; 13 – посёлки; 14 – реки

ными Удыхынским и Харгинско-Селитканским разломами (рис. 1). Крупные золоторудные месторождения (Токур, Маломыр, Албын и др.) локализованы в центральной, наиболее эродированной части зоны. На западной и восточной её окраинах находятся лишь небольшие золоторудные месторождения. Из россыпей и рудных месторождений Джагды-Селемджинской зоны добыты более 400 т золота [15].

Золоторудные месторождения центральной части Джагды-Селемджинской металлогенической зоны отнесены к золото-кварцевой (Албын, Эльга, Токур и др.), золото-сульфидно-кварцевой (Ворошиловское) и золото-сульфидной (Маломыр) формациям. Рудные тела на месторождениях золото-кварцевой формации представлены зонами альбититов (Албын, Эльга) или кварцевыми жилами (Токур). Нижняя возрастная граница золо-

того оруденения определена по наличию на большинстве месторождений вмещающих вулканогенно-осадочных пород позднего палеозоя. Для небольших месторождений Верхнемынское, Ингагли и Унгличкан вмещающими являются гранитные интрузии позднепермского возраста. Оруденение нередко сопровождается дайками пёстрого состава позднемезозойского, часто раннемелового возраста.

Наиболее полные сведения о возрасте золотого оруденения дают изотопные анализы рудосопровождающих нерудных минералов (табл. 1). Изотопный возраст продуктивных месторождений является раннемеловым и меняется от валанжинского (139 млн лет) до аптского (113,6 млн лет) яруса. Прослеживается возрастная последовательность формирования месторождений от наиболее ранних золото-кварцевой формации с альби-

Табл. 1. Краткая характеристика и изотопный возраст золоторудных месторождений Центральной части Джагды-Селемджинской металлогенической зоны

№.№ пп	Месторождение	Добыча золота, т	Вмещающие породы	Изотопный возраст золотого оруденения		Источник
				Метод	Млн лет	
Золото-кварцевая формация, зоны альбититов						
1	Албын	42,25	Сланцы афанасьевской свиты условно раннего карбона и метабазиты златоустовского комплекса условно позднего карбона	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar Rb-Sr	135 ± 2–131 ± 2	[5]
2	Эльга	6,15	Сланцы талыминской свиты нижнего–среднего карбона	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	139 ± 4–137 ± 3	[6]
Золото-кварцевая формация, кварцево-жильный тип						
3	Токур	34,1	Породы токурской и экимчанской свит условно позднепермского возраста	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	113,6	[16]
				⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	122,4 ± 2,0	[12]
Золото-сульфидная формация						
4	Маломыр	46,51	Терригенные породы мынской и златоустовской свит карбона	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	120,7 ± 1,3	[3]
				⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	133 ± 2–132 ± 2	[13]
				⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	134 ± 3–130 ± 2	[7]
Золото-сульфидно-кварцевая формация						
5	Ворошиловское	2,66	Терригенные и вулканогенно-осадочные породы девонского возраста	Rb-Sr	85,8	[14]

титовыми рудами (Албын, Эльга) до несколько более поздних золото-сульфидной формации (Ма-ломыр) и золото-кварцевой формации с кварцево-жильным оруденением (Токур), от 139–131 до 134–120 млн лет и от 122,4 до 113,6 млн лет. Исключение составляет небольшое Ворошиловское ме-сторождение золото-сульфидно-кварцевой фор-мации, изотопный возраст которого оценивается как позднемеловой (85,8 млн лет).

Геологическое строение и структура Софий-ского рудно-россыпного узла. Софийский узел находится в восточной части Джагды-Селемджин-ской зоны. Из россыпей РРУ добыты около 40 т золота, а из месторождений Буровое, Жильное, Петровско-Еленинское золото-кварцевой фор-мации, которые эксплуатировались в начале XX в., – порядка 2–3 т золота. Территория узла представ-ляет собой клиновидной формы горстовое подня-тие, ограниченное зонами разломов северо-запад-ного и близширотного простирания и выполнен-ное терригенными породами олгинской толщи нижнего кембрия (рис. 2). В восточной части под-нятия олгинская толща перекрыта по надвигу зелёными сланцами и мраморами нижнего кар-бона. В аллохтоне надвига существенно карбо-натные породы раннего карбона смяты в синкли-нальную складку северо-западного простирания. Между долинами рек Олга на севере и Ниман на юге отчётливо дешифрируется структура цен-трального типа. Это даёт основание предпола-гать, что данная территория представляет собой купол, сложенный породами нижнекембрийской олгинской толщи и нижнекаменноугольных сала-ринской и итпатинской толщ [4].

На северном и восточном флангах блока поро-ды прорваны крупной интрузией гранитов и лей-когранитов третьей фазы баджало-дуссеалинско-го комплекса позднего мела. Небольшие интру-зии того же комплекса отмечаются в южной части территории рассматриваемого РРУ. Менее раз-виты небольшие интрузии кварцевых диоритов и диоритов второй фазы того же позднемелового комплекса. Согласно геофизическим данным, под золоторудными месторождениями и проявления-ми Софийского рудно-россыпного узла, на глу-бине 0,7–0,9 км находится Олгаканский гранит-ный батолит [4]. По-видимому, он, как и окружаю-щие рудный узел интрузии, сложен породами баджало-дуссеалинского комплекса.

По данным [4], породы баджало-дуссеалинско-го комплекса представляют собой непрерывную

последовательность и относятся к нормальному щелочному, частично субщелочному ряду с ка-лиево-натриевым типом щёлочности. В пределах гранитных массивов наблюдаются кварцевые, альбит-кварцевые, сульфидно-кварцевые и кар-бонатно-кварцевые жилы и прожилки. Они со-держат характерные для месторождений золота сульфиды (арсенопирит, пирротин, сфалерит, гале-нит, халькопирит, вольфрамит, молибденит и др.). В Ясенском гранитоидном массиве баджало-дус-сеалинского комплекса встречены кварцевые про-жилки, содержащие до 15,0 г/т золота [2]. Пере-численные факты свидетельствуют о непосред-ственном участии интрузий позднемелового бад-жало-дуссеалинского комплекса позднего мела в формировании золотого оруденения, в том числе и на площади Софийского узла.

Возрастное положение баджало-дуссеалинско-го комплекса определено на основании геологи-ческих и изотопных данных. Нижней границей возраста служат вмещающие интрузии осадочно-вулканогенные породы сулукского позднемело-вого комплекса, а верхней – перекрывающие ин-трузии отложения семиткинской толщи (плио-цен–нижний плейстоцен). Изотопные K-Ar (80–82 млн лет) и Rb-Sr (82 ± 5 млн лет) указывают на формирование рассматриваемого комплек-са в период кампанского яруса верхнего отдела меловой системы [4].

Золотое оруденение Софийского РРУ. В качес-тве коренных источников россыпей Софийского РРУ вступают четыре небольшие месторождения рудного золота – Буровое, Жильное, Лысогор-ское, Петровско-Еленинское – и около двух де-сятков проявлений. Они располагаются в полосе северо-западного близширотного простирания, на-чиная от приустьевой части р. Олга вдоль водо-раздела между реками Олга и Учугей-Эльга до верховьев р. Ниман. Основная их часть приуро-чена к водоразделу рр. Олга и Учугей-Эльга. Ме-сторождения эксплуатировались главным обра-зом до революции, некоторые до 1932 г. Точные данные о количестве добытого золота не сохра-нились. Судя по параметрам оруденения и следам отработки, из них было извлечено несколько тонн золота.

Вмещающими породами на всех месторожде-ниях служат графит-кварц-сланцевые сланцы с прослоями слюдистых кварцитов и зелёных сланцев олгинской толщи нижнего кембрия. Для пород характерно высокое содержание углерода

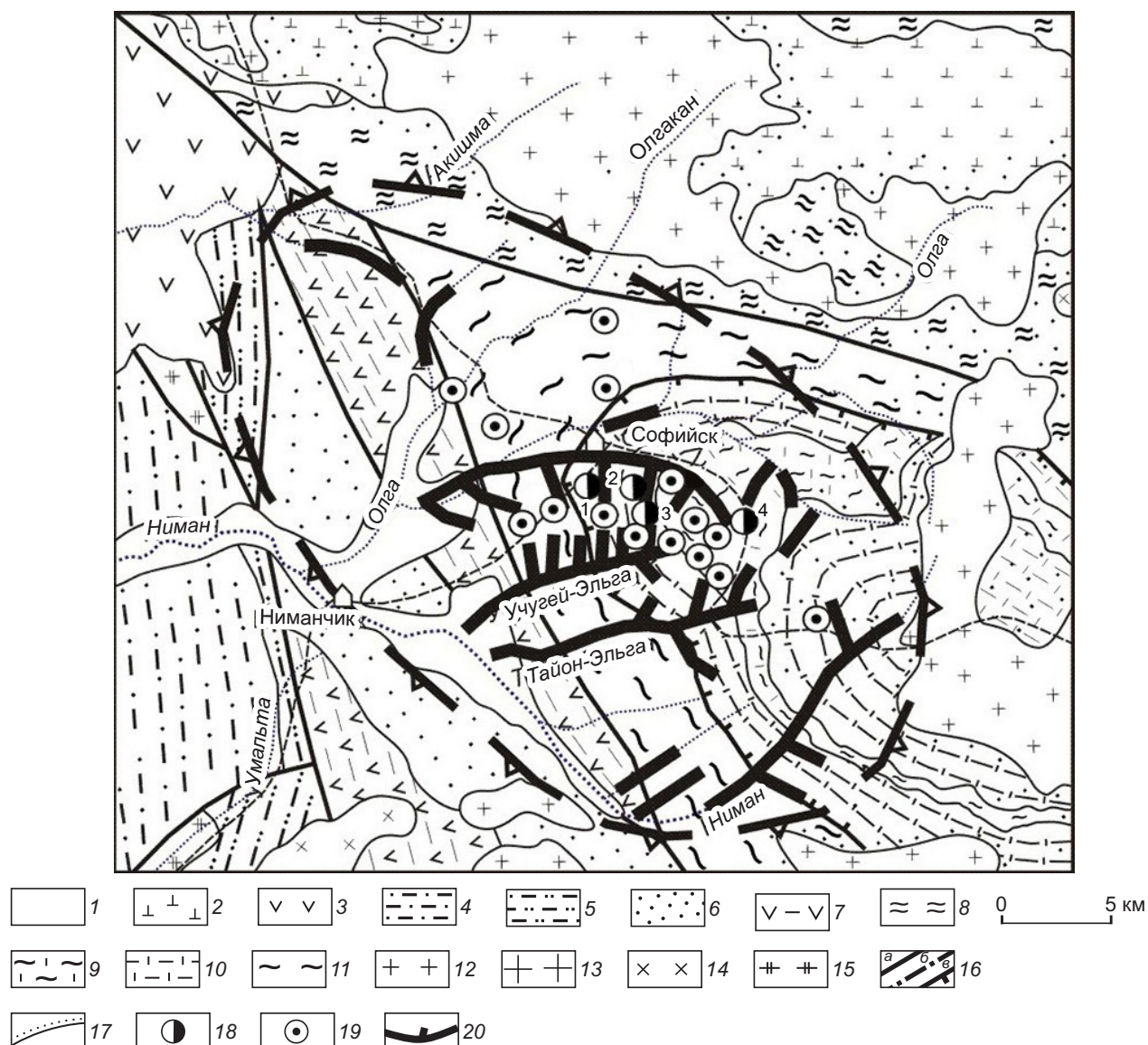


Рис. 2. Софийский рудно-россыпной узел:

1 – галечники, пески и глины четвертичного возраста; 2 – игнимбриты, туфы, лавы дацитов, риодацитов эзопской толщи верхнего мела; 3 – лавы, туфы и лавобрекчии андезитов, дацитандезитов, дацитов бурундинской толщи нижнего мела; 4 – песчаники, алевролиты, конгломераты эпиканской и синкальтинской свит средней юры; 5 – песчаники, гравелиты, конгломераты депской свиты нижней юры; 6 – песчаники, алевролиты и зелёные сланцы имганахской толщи верхней перми–нижнего триаса; 7 – кремнистые породы, базальты, песчаники ям-макитской толщи верхней перми; 8 – глинистые сланцы, рассланцованные песчаники и зелёные сланцы златоустовской и сагурской свит среднего карбона; 9 – слюдястые микрокварциты, зелёные сланцы, мраморы ипатинской толщи нижнего карбона; 10 – зелёные сланцы, мраморы саларинской толщи нижнего карбона; 11 – алевролиты, песчаники олгинской толщи нижнего кембрия; 12 – граниты, гранодиориты эзопского комплекса верхнего мела; 13 – граниты, лейкограниты первой фазы баджало-дуссеалинского комплекса верхнего мела; 14 – кварцевые диориты, диориты второй фазы баджало-дуссеалинского комплекса верхнего мела; 15 – граниты, гранодиориты тырмо-буреинского комплекса среднего–верхнего карбона; 16 – разломы: а – крутонаклонные, б – проходящие под аллювием, в – надвиги; 17 – контактовые роговики; 18 – месторождения золота (1 – Бурувое, 2 – Жильное, 3 – Лысогорское, 4 – Петровско-Еленинское); 19 – проявления золота; 20 – россыпи; см. услов. обозн. к рис. 1

на уровне 0,2–1,2 % [10]. Это позволяет отнести их к так называемым «черносланцевым толщам», благоприятным для локализации золоторудных месторождений [1]. Оруденение сопровождается редкими дайками керсантитов (месторождение Лысогорское) и фельзит-порфиров (проявление Учугейская жила). Изотопный возраст дайки керсантитов, определённый К-Аг методом, составляет 82 млн лет, что отвечает кампанскому ярусу позднего мела [4].

Рудными телами являются кварцевые жилы (месторождения Буровое, Жильное, Петровско-Еленинское) или штокверк кварцевых жил, прожилков и зон окварцевания (Лысогорское). Наиболее типичным является кварцево-жильное месторождение Буровое. Кварцевые жилы месторождений имеют мощность от 0,3 до 1,5 м при протяжённости в сотни метров. В составе руд преобладает кварц с незначительной (1–3 %) примесью калиевых полевых шпатов и серицита. Количество рудных минералов не превышает 1–5 % (малосульфидные руды). Среди них преобладают пирит, арсенопирит, галенит, халькопирит, молибденит и самородное золото. Кроме того, в рудах месторождения Петровско-Еленинское, расположенного восточнее и гипсометрически выше остальных месторождений, наблюдались антимонитовые и кварц-антимонитовые прожилки.

Золото встречается в самородном виде, обычно оно мелкое, комковидной или пластинчатой формы. Проба рудного золота, в отличие от россыпного, меняется в широких пределах от электрума и низкопробного золота до золота средней пробы и высокопробного, по классификации Н. В. Петровской [9] (рис. 3). Максимум распространённости рудного золота (900–950 ‰) в целом совпадает с максимумом распространённости россыпного (900–925 ‰), что указывает на источник золота из россыпей.

На месторождениях Жильное и Буровое проба золота высокая. На Жильном она меняется в интервале от 933 до 954 ‰ [11]. На месторождении Буровом, по данным атомно-абсорбционного анализа, проба золота меняется от 929 до 987 ‰, в одном зерне проба низкая – 714 ‰. Среди примесей в золоте полуколичественным спектральным анализом определены ртуть (до 0,1 %), свинец (до 7000 г/т), цинк (до 1000 г/т) и сурьма (до 100 г/т) [10]. По ряду характерных признаков (кварцевый состав руд, количество рудных минералов в пределах 1–5 %, свободное самородное

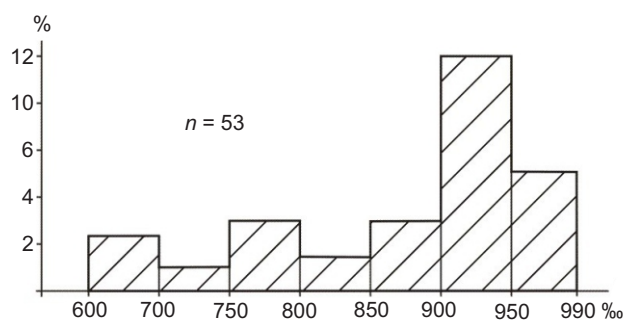


Рис. 3. Гистограмма пробы рудного золота из кварцевых жил Софийского узла (В. А. Буряк и др., 1990ф)

золото) оруденение коренных источников Софийского РРУ отнесено к малосульфидной золото-кварцевой формации.

Изотопный возраст золотого оруденения определён на месторождении Буровое. Он выполнен Rb-Sr методом по калиевым полевым шпатам, отобранным из богатых руд жилы Буровой месторождения. Содержание золота в отобранных пробах составляло 38,4 и 286,5 г/т. Анализ выполнен в лаборатории изотопной геологии ВСЕГЕИ на приборе МИ-1201 Т (аналитик Ю. П. Шергина). Он составляет $65,3 \pm 5,3$ млн лет. Это несколько моложе возраста интрузий баджало-дуссеалинского комплекса и отвечает верхней части маастрихтского яруса верхнего отдела меловой системы.

Золотоносные россыпи. Основные россыпи Софийского РРУ аллювиального типа. Наиболее распространены долинные россыпи. Реже встречаются террасовые (увальные). Они располагаются в аллювии небольших рек Ольга, Учугей-Эльга, Тайон-Эльга и в верховьях р. Нимана. Долины рек ориентированы главным образом в широтном или северо-западном направлении и берут начало с водораздела р. Ниман и расположенной восточнее р. Правая Буря. Водораздел сложен сланцево-карбонатными породами раннего карбона, прорванными вблизи восточной границы Софийского узла крупной интрузией гранитного состава баджало-дуссеалинского комплекса позднемелового возраста. Интрузии этого комплекса развиты также к северу и югу вблизи границ Софийского РРУ.

Из россыпей рассматриваемого рудно-россыпного узла добыто более 40 т золота. Богатством отличаются четыре россыпи – Ольга, Учугей-Эльга,

Табл. 2. Характеристика групп россыпей Софийского рудно-россыпного узла

№ пп	Группы россыпей бассейнов рек	Добыча, т	Проба золота, ‰	Средняя крупность золота (мм)	Форма золотин
1	Акишма	0,5	901–940	0,37	Пластинчатая, лепёшковидная, комковидная
2	Олга	11,0	850–924	0,38–1,0, самородки до 1 кг	Пластинчатая, комковидная
3	Учугей-Эльга	8,8	879–910	Мелкое (0,1–0,9), самородки до 5 г	Пластинчатая, лепёшковидная, комковидная
4	Тайон-Эльга	10,6	848–906	От мелкого (0,1–0,9) до крупного (2–4), самородки до 1 кг	Пластинчатая, комковидная
5	Ниман	8,8	897–927	От мелкого (0,1–0,9) до средней крупности (1–2), самородки до 2,5 г	Пластинчатая, комковидная

Примечание. Итого по добыче 39,7 т.

Тайон-Эльга и Ниман (табл. 2). Из каждой из них добыто от девяти до одиннадцати тонн золота. Россыпи сосредоточены на сравнительно небольшой площади, около 300 км². Длина их порядка 15 км. Они берут начало с небольшой части водораздела рек Ниман и Прав. Буря. Область истоков золотоносных рек сложена сланцево-карбонатными породами саларинской и иппатинской толщ нижнего карбона вблизи располагающегося несколько восточнее контакта этих пород с гранитным массивом баджало-дуссеалинского комплекса позднемелового возраста.

Самородное золото в россыпях достаточно однотипное. Крупность его от преобладающего мелкого до средней крупности и крупного. В россыпях Олга и Тайон-Эльга встречаются крупные самородки, весом до 1 кг. Проба золота в среднем по россыпям меняется в пределах 848–927 промилле, исключением является более высокопробное (901–940 ‰) золото в небольшой россыпи р. Акишма на северо-западном фланге узла. Наиболее распространена в россыпях Софийского узла проба золота в интервале 900–925 ‰ (рис. 4).

Обсуждение. Золотое оруденение Софийского рудно-россыпного узла, располагающегося на восточном фланге Приамурской провинции, пространственно и, видимо, генетически связано с баджало-дуссеалинским интрузивным комплексом позднемелового возраста. В работе [4] поздне-

меловой возраст интрузивного комплекса доказывался как геологическими данными, так и изотопными определениями. Изотопный возраст определён К-Аг (80–82 млн лет) и Rb-Sr (82 ± 5 млн лет) методами, что указывает на кампанский ярус верхнего отдела меловой системы. Интрузии комплекса не только окружают ореол развития золотого оруденения Софийского РРУ, но и установлены по геофизическим данным на глубине 0,7–0,9 км под ним. Кроме того, в интрузиях комплекса отмечаются кварцевые жилы и прожилки с сульфидами (арсенопирит, галенит и др.), являющимися традиционными минералами-спутниками золотого оруденения. Восточнее Софийского узла в интрузиях комплекса обнаружены кварцевые жилы и прожилки с промышленными содержаниями золота [2].

Геологические данные свидетельствуют о том, что золотое оруденение узла моложе вмещающих пород олгинской и иппатинской толщ раннекембрийского и раннекарбонного возраста. На некоторых месторождениях и проявлениях оруденение сопровождается дайками керсантитов и фельзит-порфи́ров. Изотопный возраст дайки керсантитов на месторождении Лысогорское, определённый К-Аг методом, составляет 82 млн лет, что отвечает кампанскому ярусу позднего мела. Изотопный возраст золотого оруденения месторождения Буровое, выполненное Rb-Sr методом в лаборатории

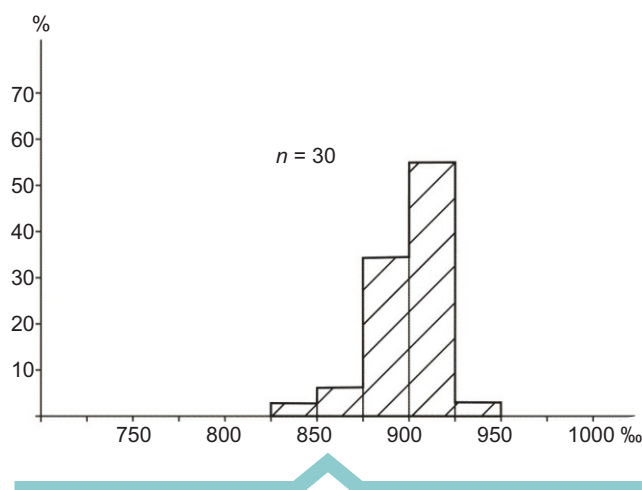


Рис. 4. Гистограмма россыпного золота Софийского РРУ

ВСЕГЕИ, составляет $65,3 \pm 5,3$ млн лет. Это отвечает верхней части маастрихтского яруса верхнего отдела меловой системы.

Отметим также, что золотое оруденение позднемелового возраста отмечается и в центральной части Джагды-Селемджинской зоны на Ворошиловском месторождении золото-сульфидно-кварцевой формации. Рудные тела этого месторождения расположены среди терригенных и вулканогенно-осадочных толщ девонского возраста и сопровождаются дайками диабазов, фельзит-порфиров и кварцевых порфиров позднего мела. Изотопный возраст золотого оруденения (Rb-Sr метод) составляет 85,8 млн лет, что отвечает сантонскому ярусу верхнего отдела меловой системы [14].

Наличие на восточном фланге Джагды-Селемджинской металлогенической зоны золотого оруденения позднемелового возраста имеет принципиальное значение для оценки временного интервала и этапов золотого оруденения Приамурской

золотоносной провинции. В пределах Джагды-Селемджинской металлогенической зоны наблюдается омоложение возраста золотого оруденения с запада на восток – от раннемелового возраста основных золоторудных месторождений центральной части зоны до позднемелового на восточной окраине зоны в рамках Софийского РРУ.

Закключение. Ранее было установлено, что золотое оруденение Софийского рудно-россыпного узла пространственно и, видимо, генетически связано с интрузиями баджало-дуссеалинского комплекса позднемелового возраста. Позднемеловой возраст интрузивного комплекса подтверждён геологическими и изотопными данными. Изотопные анализы, проведённые K-Ar ($80-82$ млн лет) и Rb-Sr (82 ± 5 млн лет) методами, указывают на кампанский ярус верхнего отдела меловой системы [4].

Нами Rb-Sr методом определён изотопный возраст золотого оруденения месторождения Буровое Софийского РРУ и месторождения Ворошиловского, расположенного западнее в пределах Верхнестойбинского РРУ Джагды-Селемджинской металлогенической зоны. Он равен на месторождении Буровое $65,3 \pm 5,3$ млн лет (верхняя часть маастрихтского яруса верхнего мела), а на месторождении Ворошиловское – 85,8 млн лет (сантонский ярус верхнего мела).

Полученные результаты имеют принципиальное значение для определения интервала и этапов формирования золотого оруденения Джагды-Селемджинской металлогенической зоны Приамурской провинции. Согласно геологическим данным и изотопным определениям, формирование золотого оруденения происходило в интервале от раннего мела в центральной части металлогенической зоны до позднего мела на восточной её окраине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буряк В. А. Основы минерализации золота. – Владивосток : Дальнаука, 2003. – 261 с.
2. Буханченко А. И. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Лист N-53-XXXIV. Объяснительная записка. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2002.
3. Бучко И. В., Пономарчук А. В., Травин А. В. Возраст метасоматитов золоторудного месторождения Маломыр // Золото северного обрамления Пацифики. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2011. – С. 66–68.
4. Забродин В. Ю., Бородин А. М., Гурьянов В. А. [и др.] Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 1 000 000. Лист N-53. Объяснительная записка. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2007. – 448 с.

5. Кадашникова А. Ю., Сорокин А. А., Пономарчук А. В. [и др.] $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст золотого оруденения месторождения Албын (восточная часть Монголо-Охотского складчатого пояса) // Доклады РАН. – 2019б. – Т. 485, № 4. – С. 468–473.
6. Кадашникова А. Ю., Сорокин А. А., Пономарчук А. В. [и др.] Возраст золотого оруденения месторождения Эльгинское (Монголо-Охотский складчатый пояс): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ геохронологические ограничения // Тихоокеанская геология. – 2022. – Т. 41, № 2. – С. 89–100.
7. Кадашникова А. Ю., Сорокин А. А., Пономарчук А. В. [и др.] Закономерности локализации оруденения, возраст и источники вещества золоторудного месторождения Маломир (восточная часть Монголо-Охотского складчатого пояса) // Геология рудных месторождений. – 2019а. – Т. 61, № 1. – С. 3–17.
8. Мельников А. В., Степанов В. А. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 2. Центральная часть провинции. – Благовещенск : АмГУ, 2014. – 300 с.
9. Петровская Н. В. Самородное золото. – М. : Наука, 1973. – 348 с.
10. Пискунов Ю. Г., Степанов В. А. Перспективы коренной золотоносности Софийского рудно-россыпного узла // Региональные проблемы. – 2005. – № 7. – С. 39–45.
11. Рожков С. С. Минерогения и прогноз золотого оруденения Софийского рудного узла (Хабаровский край) : специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерогения» : автореф. дис. на соискание учёного степен. кандидата геолого-минералогических наук / Рожков Сергей Сергеевич. – Ростов-на-Дону, 2002. – 24 с.
12. Сорокин А. А., Остапенко Н. С., Пономарчук А. В. [и др.] Возраст адуляра из жил золоторудного месторождения Токур (Монголо-Охотский орогенный пояс, Россия): результаты датирования $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом // Геология рудных месторождений. – 2011. – Т. 53, № 3. – С. 297–304.
13. Сорокин А. А., Пономарчук А. В., Бучко И. В. [и др.] $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст золотого оруденения месторождения Маломир (восточная часть Монголо-Охотского складчатого пояса) // Доклады РАН. – 2016. – Т. 466, № 2. – С. 207–212.
14. Степанов В. А. Этапы формирования и генезис золоторудных месторождений Приамурья // ДАН. – 2005. – Т. 403, № 1. – С. 83–87.
15. Степанов В. А., Мельников А. В. Оценка перспектив Джагды-Селемджинской металлогенической зоны Приамурской золотоносной провинции // Известия вузов. Геология и разведка. – 2015. – № 6. – С. 50–56.
16. Фатянов И. И., Лэйер П. О времени формирования золоторудного месторождения Токур // Геология и минеральные ресурсы Амурской области. – Благовещенск : АмурКНИИ, 1995. – С. 217–219.

REFERENCES

1. Buryak V. A. Osnovy mineragenii zolota [Fundamentals of gold minerageny], Vladivostok, Dalnauka publ., 2003, 261 p. (In Russ.)
2. Bukhanchenko A. I. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1, 200 000. List N-53-XXXIV. Obyasnitelnaya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation, scale 1, 200,000. Sheet N-53-XXXIV. Explanatory note], St. Petersburg, VSEGEI publ., 2002. (In Russ.)
3. Buchko I. V., Ponomarchuk A. V., Travin A. V. Vozrast metasomatitov zolotorudnogo mestorozhdeniya Malomir [Age of metasomatites of the Malomir gold deposit], Zoloto severnogo obramleniya Patsifiki, Magadan, SVKNII DVO RAN publ., 2011, pp. 66–68. (In Russ.)
4. Zabrodin V. Yu., Borodin A. M., Guryanov V. A. [et al.] Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Masshtab 1, 1 000 000. List N-53. Obyasnitelnaya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1, 1,000,000. Sheet N-53. Explanatory note], St. Petersburg, VSEGEI publ., 2007, 448 p. (In Russ.)
5. Kadashnikova A. Yu., Sorokin A. A., Ponomarchuk A. V. [et al.] $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ vozrast zolotogo orudeneniya mestorozhdeniya Albyn (vostochnaya chast Mongolo-Okhotskogo skladchatogo poyasa) [$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of gold mineralization of the Albyn deposit (eastern part of the Mongol-Okhotsk folded belt)], Doklady RAN, 2019b, V. 485, No. 4, pp. 468–473. (In Russ.)
6. Kadashnikova A. Yu., Sorokin A. A., Ponomarchuk A. V. [et al.] Vozrast zolotogo orudeneniya mestorozhdeniya Elginskoye (Mongolo-Okhotskiy skladchatyy poyas): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geokhronologicheskiye ograniicheniya [Age of gold mineralization at the Elginskoye deposit (Mongol-Okhotsk folded belt): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronological constraints], Tikhookeanskaya geologiya, 2022, V. 41, No. 2, pp. 89–100. (In Russ.)
7. Kadashnikova A. Yu., Sorokin A. A., Ponomarchuk A. V. [et al.] Zakonomernosti lokalizatsii orudeneniya, vozrast i istochniki veshchestva zolotorudnogo mestorozhdeniya Malomir (vostochnaya chast Mongolo-Okhotskogo skladchatogo poyasa) [Patterns of mine-

- ralization localization, age and sources of matter of the Malomyr gold deposit (eastern part of the Mongol-Okhotsk folded belt)], *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2019a, V. 61, No. 1, pp. 3–17. (In Russ.)
8. *Melnikov A. V., Stepanov V. A.* Rudno-rossypnyye uzly Priamurskoy zolotonosnoy provintsii. Chast 2. Tsentralnaya chast provintsii [Ore-placer nodes of the Amur gold-bearing province. Part 2. Central part of the province], Blagoveshchensk, AmGU publ., 2014, 300 p. (In Russ.)
 9. *Petrovskaya N. V.* Samorodnoye zoloto [Native gold], Moscow, Nauka publ., 1973, 348 p. (In Russ.)
 10. *Piskunov Yu. G., Stepanov V. A.* Perspektivy korennoy zolotonosnosti Sofiyskogo rudno-rossypnogo uzla [Prospects for the primary gold content of the Sofia ore-placer cluster], *Regionalnyye problemy*, 2005, No. 7, pp. 39–45. (In Russ.)
 11. *Rozhkov S. S.* Minerageniya i prognoz zolotogo orudeneniya Sofiyskogo rudnogo uzla (Khabarovskiy kray) [Minerageny and forecast of gold mineralization of the Sofia ore cluster (Khabarovsk Krai)], *Rostov-on-Don*, 2002, 24 p. (In Russ.)
 12. *Sorokin A. A., Ostapenko N. S., Ponomarchuk V. A.* [et al.] Vozrast adulyara iz zhil zolotorudnogo mestorozhdeniya Tokur (Mongolo-Okhotskiy orogenny poyas, Rossiya): rezultaty datirovaniya $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ metodom [Age of adularia from veins of the Tokur gold deposit (Mongol-Okhotsk orogenic belt, Russia): results of dating by the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method], *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2011, V. 53, No. 3, pp. 297–304. (In Russ.)
 13. *Sorokin A. A., Ponomarchuk A. V., Buchko I. V.* [et al.] $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Vozrast zolotogo orudeneniya mestorozhdeniya Malomyr (vostochnaya chast Mongolo-Okhotskogo skladchatogo poyasa) [$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of Gold Mineralization at the Malomyr Deposit (Eastern Part of the Mongol-Okhotsk Fold Belt)], *Doklady RAN*, 2016, V. 466, No. 2, pp. 207–212. (In Russ.)
 14. *Stepanov V. A.* Etapy formirovaniya i genezis zolotorudnykh mestorozhdeniy Priamurya [Stages of formation and genesis of gold ore deposits in the Amur region], *DAN*, 2005, V. 403, No. 1, pp. 83–87. (In Russ.)
 15. *Stepanov V. A., Melnikov A. V.* Otsenka perspektiv Dzhagdy-Selemdzhinskoy metallogenicheskoy zony Priamurskoy zolotonosnoy provintsii [Evaluation of the Prospects of the Dzhagdy-Selemdzhinsky Metallogenic Zone of the Primorskaya Gold-Bearing Province], *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 2015, No. 6, pp. 50–56. (In Russ.)
 16. *Fatyanov I. I., Leyyer P.* O vremeni formirovaniya zolotorudnogo mestorozhdeniya Tokur [On the time of formation of the Tokur gold deposit], *Geologiya i mineralnyye resursy Amurskoy oblasti*, Blagoveshchensk, AmurKNII publ., 1995, pp. 217–219. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 25.04.25; одобрена после рецензирования 26.05.25; принята к публикации 26.05.25.
The article was submitted 25.04.25; approved after reviewing 26.05.25; accepted for publication 26.05.25.