

СТРОЕНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.41:550.3.4(571.61)

Особенности строения и металлогения Гонжинского выступа по данным геолого-геофизических исследований

Копылов М. И., Петухова Л. Л.

Институт тектоники и геофизики им. Ю. А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены и обобщены материалы региональных и крупномасштабных геолого-геофизических работ АО «Дальгеофизика», ИТиГ и др. в пределах Гонжинского выступа и его обрамления. По результатам этих исследований определены особенности глубинного строения и закономерности размещения рудной минерализации и представлены геодинамические модели становления Гонжинского выступа, сложенного интрузивно-метаморфическими породами гонжинской серии, представленной различными гнейсами, амфиболитами и кварцитами. Деформированный чехол нижнекембрийского Гонжинского выступа объединяет рифейско-нижнекембрийские метаморфизованные песчаники, алевролиты, углисто-кремнистые, слюдяные сланцы и силур-девон-каменноугольные терригенно-карбонатные отложения преимущественно верхнеамурской серии. Поднятый блок фундамента с наиболее древними породами окаймляется палеозойскими и мезозойскими структурами. Поля гидротермалитов локализируются в узлах, образующих кольцеобразные структуры вокруг блоков метаморфического основания фундамента. Характерно, что рудные узлы в значительной степени тяготеют к известным вулканическим и вулканоплутоническим центрам.

Приводится описание основных рудных узлов – Инимского, Гонжинского, Талданского, Покровского, Игакского – и ряда месторождений.

Ключевые слова: Гонжинский выступ, золото, серебро, метасоматиты, месторождения, рудопроявления, поиски, магниторазведка, электроразведка, гравиразведка.

Для цитирования: Копылов М. И., Петухова Л. Л. Особенности строения и металлогения Гонжинского выступа по данным геолого-геофизических исследований. Руды и металлы. 2024. № 4. С. 66–77. DOI: 10.47765/0869-5997-2024-10018.

Structural peculiarities and metallogeny of the Gonzha Salient according to geological and geophysical research data

Kopylov M. I., Petukhova L. L.

Yu. A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, FEB RAS, Khabarovsk, Russia

Annotation. The article reviews and summarizes the data of regional and large-scale geological and geophysical works by JSC Dalgeofizika, Institute of Tectonics and Geophysics, and other organizations within the Gonzha Salient and its framing. Based on results of these studies, specific features of the deep structure and regularities in distribution of the ore mineralization were determined and geodynamic models of the Gonzha Salient formation were presented. The Gonzha Salient is composed of intrusive-metamorphic rocks of the Gonzha Series represented by various gneisses, amphibolites, and quartzites. The deformed cover of the Lower Cambrian Gonzha Salient comprises Riphean–Lower Cambrian metamorphosed sandstones, siltstones, carbonaceous-cherty and micaceous schists and Silurian-Devonian-Carboniferous terrigenous-carbonate deposits mainly of the Upper Amur Series. The uplifted basement block with the most ancient rocks is framed by Paleozoic and Mesozoic structures. Fields of hydrothermal alterations are localized in nodes that form ring-shaped structures around blocks of the metamorphic basement. It is characteristic that the ore clusters are significantly tend to be confined to known volcanic and volcano-plutonic centers.

Descriptions are presented of the main ore clusters (Inim, Gonzha, Taldan, Pokrovka, Igak) and of a number of ore deposits.

Keywords: Gonzha Salient, gold, silver, metasomatites, ore deposits, ore occurrences, prospecting, magnetic exploration, electrical exploration, gravity exploration.

For citation: Kopylov M. I., Petukhova L. L. Structural peculiarities and metallogeny of the Gonzha Salient according to geological and geophysical research data. Ores and metals, 2024, № 4, pp. 66–77. DOI: 10.47765/0869-5997-2024-10018.



Введение. Древние выступы являются перспективными объектами для поиска широкого спектра полезных ископаемых. Как и в случае с магматическими и осадочными формациями, перед исследователями гидротермально изменённых пород древних выступов стоит задача установить пространственные взаимоотношения различных формаций их зональных комплексов, выявить их латеральные и вертикальные ряды, а также распределение рудной минерализации. Так, по данным ряда исследователей золоторудных регионов Востока России [1–3, 5, 10] была показана контролирующая роль докембрийских выступов в размещении золоторудной минерализации. Одним из ярких представителей золоторудных районов является Гонжинский выступ докембрия, расположенный в северо-западной части Буреинского массива. Выступ сложен интрузивно-метаморфическими породами гонжинской серии, представленной различными гнейсами, амфиболитами и кварцитами, а также зеленокаменными толщами нижнего протерозоя (сланцами, метадиабазами, филлитами чаловской серии), содержащими тела гипербазитов. Деформированный чехол нижнекембрийского Гонжинского выступа (ГВ) объединяет рифейско-нижнекембрийские метаморфизованные песчаники, алевролиты, углисто-кремнистые, слюдяные сланцы и силур-девон-каменноугольные терригенно-карбонатные отложения преимущественно верхнеамурской серии, прорванные позднедевонскими интрузиями урушинского габбро-диорит-плагиогранитного комплекса. Для оценки перспективности рудопоявлений и месторождений в пределах Гонжинского выступа докембрия были проанализированы результаты проведённых ранее АО «Дальгеофизика» и ИТиГ глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), метода объёмных волн землетрясений (МОВЗ), метода теллурического зондирования (МТЗ), Δg , ΔT и наземных геолого-геофизических исследований. Выполненный анализ позволил построить структурно-тектоническую схему, геодинамические модели Гонжинского выступа и выделить наиболее перспективные площади, рудопоявления

и месторождения золота, серебра, меди, полиметаллов.

Методы и подходы. Статья составлена по фактическим данным, полученным в течение последних 30 лет по региональным (м-б 1 : 200 000–1 : 50 000) аэрогеофизическим, гравиметрическим и МОВЗ, МТЗ, СГЗ (по отдельным профилям) и крупномасштабным (м-б 1 : 25 000–1 : 10 000) магниторазведочным, электроразведочным работам, а также по геологическим маршрутам на отдельных участках, проводимым АО «Дальгеофизика» и ИТиГ с участием авторов. Анализ геофизических и геологических материалов осуществлялся в два этапа: на первом этапе проводилась интерпретация материалов комплексной аэрогеофизической, гравиметрической съёмок м-б 1 : 200 000–1 : 50 000; на втором этапе – изучение результатов наземных геофизических, геологических, геохимических и петрофизических исследований м-б 1 : 25 000 и 1 : 10 000.

При изучении материалов кроме стандартных программ использовалось автоматизированное трёхмерное моделирование наблюдаемого магнитного (ΔT) и гравитационного (Δg) полей с помощью технологии REIST из пакета СИГМА-3D, разработанных в АО «ГНПП «Аэрогеофизика». В качестве верхней кромки модели принималась поверхность, конформная рельефу, глубина же нижней кромки выбиралась в процессе анализа спектра исходного поля.

Результаты исследований. Гонжинский выступ выделяется изометричной аномалией повышенных электрических сопротивлений на фоне пониженных ρ , отображающих зоны крупных тектонических структур по данным метода МТЗ. Высокими сопротивлениями выделяются основания фундамента, представленные метаморфическими образованиями гнейсов (биотитовые, биотит-роговообманковые, дистен-биотитовые и др.) и амфиболитов, меньшим распространением пользуются мраморы и кварциты. Эти породы с мигматито-плагиогранитами, анатектоидными интрузиями и типичными инъекционными диорит-гранодиоритами слагают сложно по-

строенную купольную структуру. Породы габбро-гипербазитовой формации комплекса фундамента представлены дунитами, перидотитами и габбро, которые по данным проведенных исследований в пределах ядра выступа слагают небольшие тела типа штоков и даек [8, 10].

С севера площадь Гонжинского выступа ограничивается Южно-Тукуртинским глубинным разломом, контролирующим Монголо-Охотский подвижный пояс, с запада и востока – зоной глубинных разломов Танхай, трансформируемой с севера Китая. В настоящее время ГВ продолжает оставаться активной тектонической структурой [3], что подтверждается густой сетью эпицентров землетрясений (рис. 1, е). Выступ выделяется в гравитационном поле эллипсоидом, вытянутым в субширотном направлении морфологией положительных изолиний Δg [4]. Внутри эллипсоида обособляются локальные аномалии Δg более сложной морфологии, отвечающие пластинам фундамента, выходящим или близко приближающимся к дневной поверхности (см. рис. 1, а–с). Монголо-Охотский тектонический пояс в гравитационном поле выделяется линейной отрицательной аномалией, вытянутой в субширотном направлении, обрезающей Гонжинский выступ с севера [2, 3, 7, 12].

Золоторудные поля месторождений Верхнего Приамурья характеризуются повышенным содержанием калия, которое обусловлено развитием метасоматических процессов – калишпатизации и серицитизации вмещающих пород. Эти процессы предшествовали или были близки по времени к образованию рудной минерализации, поскольку калий и натрий представляют основную и наиболее активную часть катионного состава гидротермальных растворов. Обладая примерно одинаковой с натрием концентрацией и несколько большим атомным радиусом, калий химически активнее, легче натрия вступает в реакции и фиксируется во многих зонах метасоматических колонн, вытесняя такие элементы, как Са, Mg, Na, из алюмосиликатных минералов [6–8].

Формации гидротермалитов Гонжинского выступа видоизменялись в процессе его становления на разных этапах. К числу главных

факторов, влияющих на состав гидротермально изменённых пород, относятся: геохимический профиль зон, состав слагающих пород, величина окислительно-восстановительного потенциала, условия растяжения и сжатия земной коры. Так, известно, что базитовый и ультрабазитовый вулканизм эвгеосинклинали происходит в условиях растяжения земной коры на фоне углубления магмоподводящих глубинных разломов. Последнее вызывает смену начального натриевого магматизма калиевым. Средне-основной состав вулканитов способствует развитию глубинных хлоридно-щелочных с углекислотой термальных растворов, зеленокаменных (пропилитовых) преобразований пород, а значительное содержание ультрабазитов вызывает магниевый метасоматоз, серпентинизацию, образование лиственитовой формации. Деятельность ранних кислотных (главным образом, галогенных) растворов проявляется локально вблизи контактов с субвулканическими интрузиями в образовании высокотемпературных вторичных кварцитов.

Формирование рудных тел сопровождается расширением фронта пропилитизации с развитием зональных метасоматитов. Близповерхностное вскипание кислых магм при падении внешнего давления нередко вызывает подземный взрыв с образованием взрывных брекчий, рудные компоненты быстро выпадают из связанных с магмой растворов, одновременно осуществляется гидротермальная проработка материала брекчий и вмещающих пород [8, 11].

Главной причиной образования рудной зональности является изменение кислотно-щелочных и окислительных условий на пути рудоносного потока и фациальных переходов кислотно-изменённых пород в щелочные в условиях повышенного давления.

Рудно-магматическая система (РМС) занимает значительную площадь Гонжинского выступа и представляет собой колоннообразную структуру, уходящую корнями в верхнюю мантию (см. рис. 1). Рассмотрим сооружение ГВ с позиций штамповых дислокаций, вызываемых внедрением гранитоидного плутона. На рис. 1, а–с показаны этапы развития РМС



и эпюры напряжения сил при движении флюидного фронта и выноса пластин фундамента (с частичной их ассимиляцией) на дневную поверхность. В результате построенных моделей рудно-магматической системы были установлены вертикальные и латеральные зональности комплексов метасоматических пород, что позволило определить положение рудоносных каналов и расположение рудопроявлений и месторождений в пространстве и величины их эрозионного среза.

Морфология РМС Гонжинского выступа представлена в изолиниях ρ МТЗ и отображается примерно до глубины 150 км (см. рис. 1, *d*). По профилю (район п. Талдан – Тыгда) на верхних горизонтах РМС отмечено повышение электрических сопротивлений, отвечающих выносу фундамента на дневную поверхность. Структурная позиция РМС в плане показана на схеме развития очагов землетрясений и изолиний ρ МТЗ (см. рис. 1, *e*). Морфология изолиний электрических сопротивлений наиболее чётко отображает развитие глубинных разломов в подвижных поясах Становой, Монголо-Охотский и Танхай.

На обобщённой модели РМС Гонжинского выступа (см. рис. 1, *f*) представлена область зарождения и генерации флюидных растворов, переноса, локализации и положения экранирующей пластины пород фундамента, развитие в краевых частях выступа вулканических и интрузивных образований. Рудная минерализация пространственно и генетически связана с проявлением магматизма, в связи с этим рудопроявления и месторождения золота, серебра и меди формируются в основном по периферии выступа.

В целом для ГВ устанавливаются две особенности штампового типа образования. Первая выражена в высокой степени дислоцированности вмещающей среды и надвиге древних архейских структур. Вторая особенность заключается в значительных масштабах выступа, занимающего, по геофизическим данным, 9500 км². При становлении купола при его высокой тектонической активности происходило расползание блоков и частичная их ассимиляция. В связи с этим сооружение Гон-

жинского выступа представлено пластинообразными блоками, перемещающимися по склону купола под действием гравитационных сил. Пластины фундамента выступали в качестве экрана для флюидных потоков, поэтому рудные проявления в большей мере формировались по периферии выступа и его пластин. Наиболее крупные пластины представлены Гонжинским и Инимским кристаллическими выступами пород фундамента (рис. 2). Интрузивно-купольные структуры (ИКС) выступа были сформированы интрузиями мезоабиссального верхнеамурского и гипабиссального бурендинского комплексов раннемелового возраста. Интрузивно-купольные структуры расположены преимущественно по периферии выступа: Неверская, Осежинская, Покровская, Апрельская и Гонжинская. Купольные структуры несут с собой рудную минерализацию и в большей степени совмещаются с рудными узлами (РУ). Модель Гонжинского выступа довольно хорошо отображает блоковую и рудоносную структуру и представлена структурно-тектонической схемой на фоне гравитационного, электрического полей и очагов землетрясений.

Многочисленные разломы северо-восточного и северо-западного простираний разделяют выступ на блоки. Наиболее ранние – разломы северо-западного простирания; ярким представителем их является Бурендинский, рассекающий выступ. Северо-восточные разломы наиболее поздние и многочисленные, самый крупный из них – Магдагачинский, отсекающий выход пластин на восточном фланге выступа (см. рис. 2). По данным геофизических исследований, на наиболее погружённом восточном фланге ГВ выявлен скрытый глубинный разлом в фундаменте – Бургуликанский. По оси этого разлома расположены Покровская и Апрельская ИКС и Арбинский, Апрельский, Покровский РУ с многочисленными рудопроявлениями и рядом месторождений. На северном обрамлении ГВ выделяются надвиго-шарьяжные зоны, представленные пластинообразными телами основных пород Пиканского интрузивного комплекса (см. рис. 2).

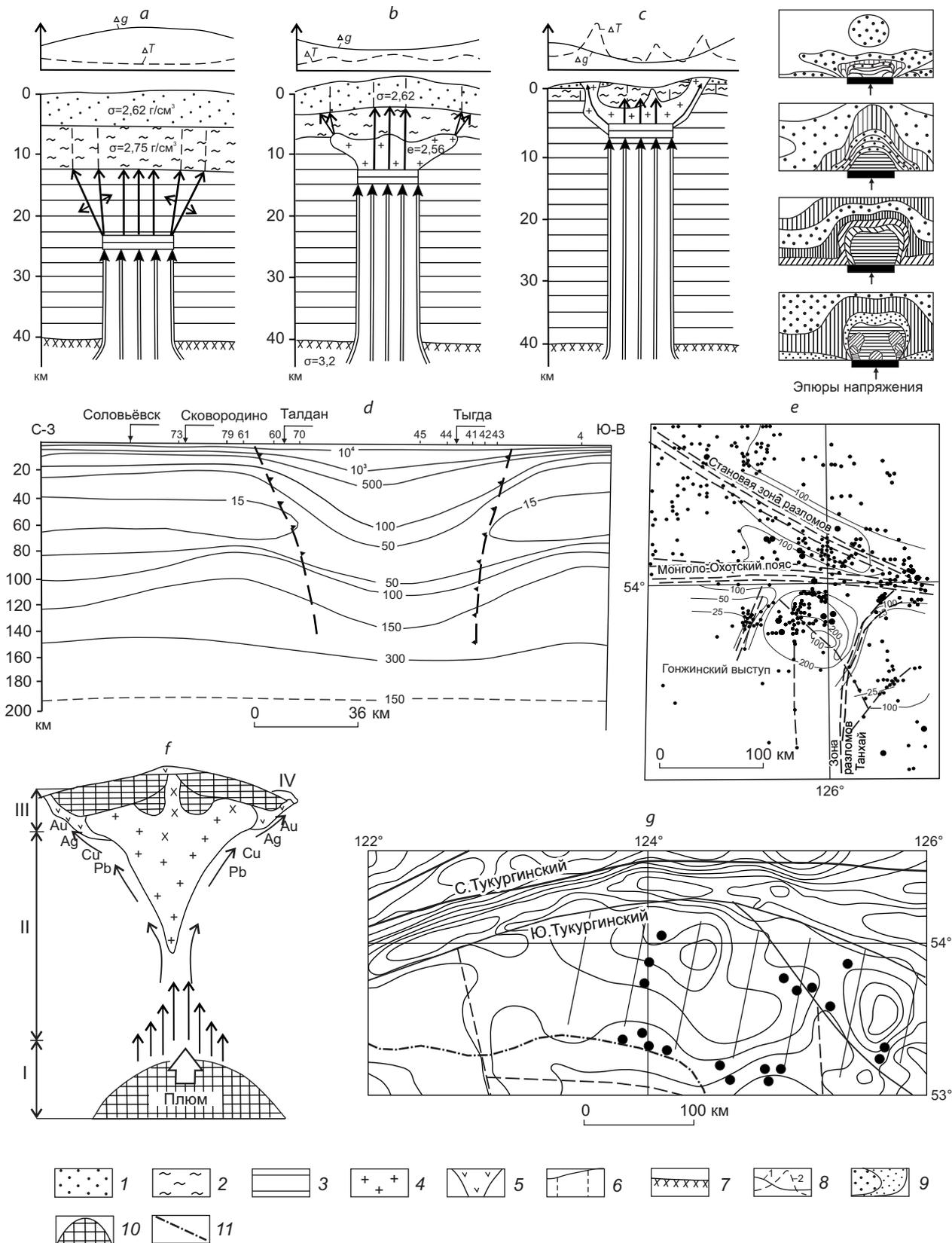




Рис. 1. Геодинамика развития рудоносной структуры Гонжинского выступа:

a–c – этапы развития РМС; *d* – глубинное проявление РМС в изолиниях ρ (МТЗ); *e* – структурная позиция РМС (изолинии ρ (МТЗ), разломы, очаги землетрясений); *f* – обобщённая РМС Гонжинского золоторудного района (I – область зарождения и генерации флюидных растворов, II – область переноса, III – область локализации, IV – экранирующие породы фундамента); *g* – отображение глубинных структур, рудопроявлений и месторождений в гравитационном поле; 1 – осадочные породы; 2 – метаморфические породы фундамента; 3 – гранитно-базальтовый слой земной коры; 4 – гранитоиды; 5 – вулканиты; 6 – разломы; 7 – граница Мохо; 8 – графики Δg (1), ΔT (2); 9 – изолинии силы тяжести Δg с рудопроявлениями и месторождениями; 10 – экранирующие пластины фундамента; 11 – граница РФ

Fig. 1. Geodynamics of the Gonzha Salient ore-bearing structure development:

a–c – stages of development of the ore-magmatic system (OMS); *d* – manifestation of the OMS at deep-seated levels: isolines ρ , magnetotelluric sounding (MTS); *e* – structural position of the OMS: isolines ρ (MTS), faults, earthquake foci; *f* – generalized model of the OMS of the Gonzha gold ore district: I – zone of origin and generation of fluid solutions, II – zone of transfer, III – zone of localization, IV – screening rocks of the basement; *g* – visualization of deep-seated structures, ore occurrences, and mineral deposits in the gravitational field; 1 – sedimentary rocks; 2 – metamorphic rocks of the basement; 3 – granite-basalt layer of the earth's crust; 4 – granitoids; 5 – volcanics; 6 – faults; 7 – Moho boundary; 8 – graphs of Δg (1), ΔT (2); 9 – isolines of the gravity Δg with ore occurrences and mineral deposits; 10 – screening plates of the basement; 11 – border of the Russian Federation

Рудные узлы Инимский (РУ-1), Осезинский (РУ-2) и Бургали-Невенский (РУ-3) контролируются мощной северо-восточной зоной нарушений, которая определяет положение Инимского выступа докембрийских пород (см. рис. 2). По данным предыдущих исследований установлена интенсивная тектоническая и магматическая проработка пород выступа. По архейским образованиям развиты зоны сжатия, рассланцевания, зеленосланцевого метасоматоза; породы превращены в тектонические сланцы хлорит-кварц-серицит-мусковитового состава с многочисленными жилами и линзами кварца. Из гидротермально-метасоматических образований комплекса фундамента развиты пегматиты, кварц-полевошпатовые, мусковит-полевошпатовые, мусковит-кварцевые и кварцевые тела, связанные с мигматит-гранитовой и диорит-гранодиоритовой формациями, а также серпентиниты габбро-гипербазитовой формации. Тела пегматитов имеют преимущественно субмеридиональную ориентировку, крутое падение и мощность от 0,3 до 5 м, редко до 15 м. Мусковит-кварцевые, ортоклаз-кварцевые и кварцевые жильные тела связаны друг с другом взаимопереходами и локализуются в зонах разломов. Для кварцево-жильных гидротер-

малитов характерны средне- и крупнозернистые текстуры и значительный метаморфизм кварца с образованием гранулированных структур.

На современном эрозионном срезе в пределах ГВ обнажаются более десятка изолированных вулканических полей, из них наиболее крупные – Усть-Арбинское, Желтунакское, Талданское, имеющие площадь от 200 до 500 км². Вулканические поля ГВ расположены по его периферии, создавая кольцевую структуру, в центре которой обнажаются породы фундамента выступа. В пределах вулканических полей наблюдаются разнообразные гидротермально изменённые породы: метасоматические кварциты, пропилиты, аргиллиты, березиты, кварц-карбонатные, карбонатные и кварцевые жилы, для разных полей имеются свои особенности в составе и ассоциации геохимических элементов.

Следует признать, что перерывы в рудоотложении в пределах ГВ сильно не нарушают общих тенденций в закономерности распределения руд и изменения вмещающих пород. В целом следует отметить незначительные изменения при перерывах в рудоотложении не только в золоторудных, но и в оловорудных месторождениях. Это отмечает и Е. А. Радке-

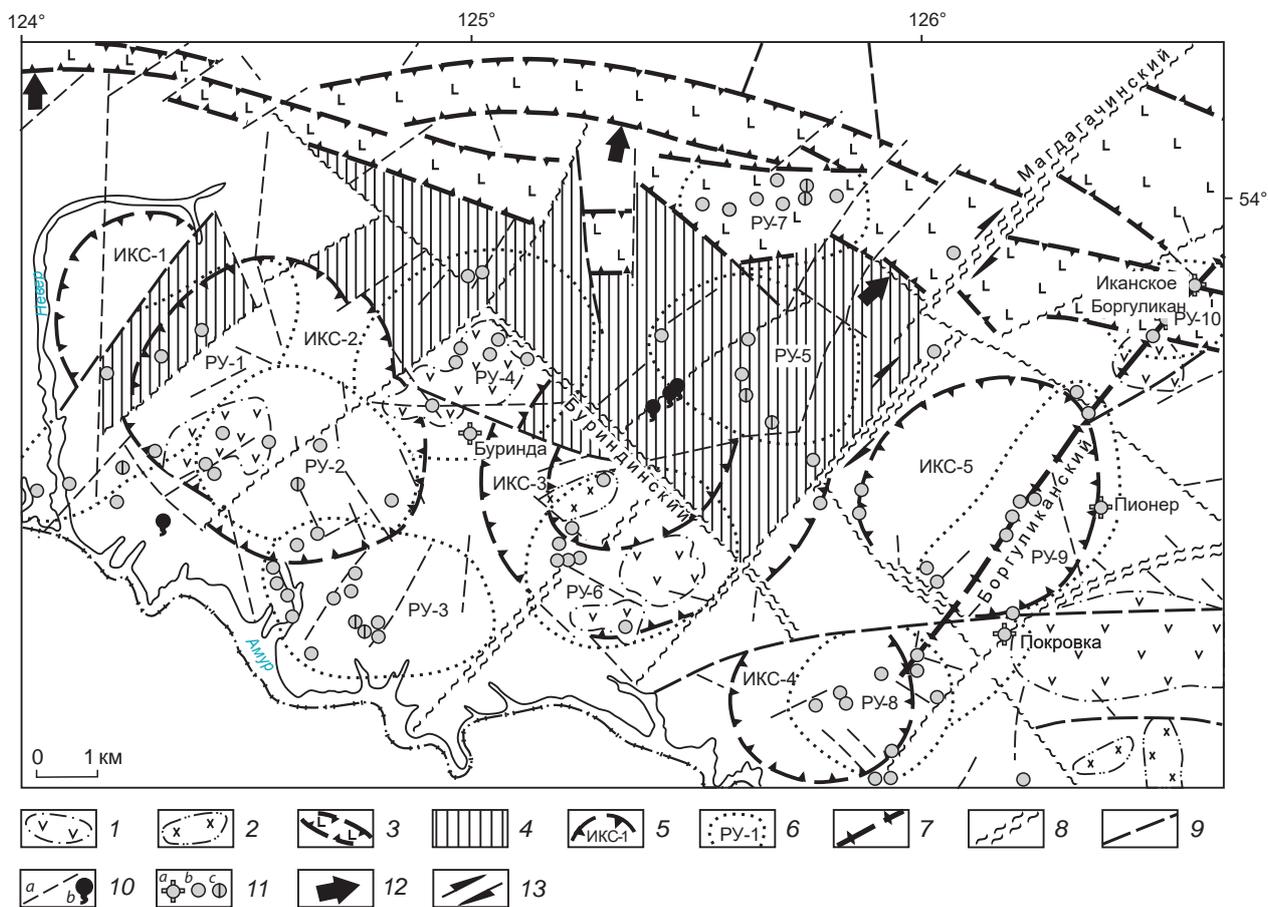


Рис. 2. Структурно-тектоническая схема Гонжинского выступа по геолого-геофизическим данным, м-б 1 : 130 000:

1 – вулканы среднего состава; 2 – граниты основного состава; 3 – пластообразные чешуйчатые тела основного состава, отображающие зоны надвигов; 4 – Гонжинский выступ нижнепротерозойско-среднеархейских образований; 5 – интрузивно-купольные структуры: ИКС-1 – Инимская, ИКС-2 – Осежинская, ИКС-3 – Гонжинская, ИКС-4 – Покровская, ИКС-5 – Апрельская; 6 – рудные узлы: РУ-1 – Инимский, РУ-2 – Осежинский, РУ-3 – Бургали-Невенский, РУ-4 – Талданский, РУ-5 – Гонжинский, РУ-6 – Талали-Кутичинский, РУ-7 – Игакский, РУ-8 – Покровский, РУ-9 – Апрельский, РУ-10 – Арбинский; тектонические нарушения: 7 – скрытые разломы фундамента, 8 – глубокого заложения, с зонами дробления, 9 – глубинного заложения, 10 – прочие разломы (а), источники минеральных вод (б); 11 – месторождения (а) и рудопроявления (б) золота, полиметаллические (Cu, Pb, Zn, Mo) проявления (с); направление движения: 12 – надвигов, 13 – блоков

Fig. 2. Schematic tectono-structural map of the Gonzha Salient on geological and geophysical data, scale 1:130 000:

1 – volcanics of intermediate composition; 2 – granitoids with elevated basic component; 3 – scaly sheet-like bodies of basic composition, reflecting tectonic thrust zones; 4 – Gonzha Salient of Lower Proterozoic–Middle Archean formations; 5 – intrusive-dome structures: ИКС-1 – Inim, ИКС-2 – Osezhino, ИКС-3 – Gonzha, ИКС-4 – Pokrovka, ИКС-5 – Aprelsky; 6 – ore clusters: РУ-1 – Inim, РУ-2 – Osezhino, РУ-3 – Burgali-Neven, РУ-4 – Taldan, РУ-5 – Gonzha, РУ-6 – Talali-Kutichi, РУ-7 – Igak, РУ-8 – Pokrovka, РУ-9 – Aprelsky, and РУ-10 – Arbi; tectonic faults: 7 – hidden basement faults, 8 – deep-seated faults with crushing zones, 9 – deep-seated faults, 10 – other faults (a), mineral water sources (b); 11 – ore objects: a – gold deposits, b – gold occurrences, c – polymetallic (Cu, Pb, Zn, Mo) occurrences; direction of tectonic movements: 12 – thrusts, 13 – blocks



вич (1976): что, согласно результатам детальных минералого-геохимических и термобарических исследований, перерывы между стадиями часто бывают настолько незначительны, что разностадийные минеральные ассоциации можно считать продуктами эволюции единого раствора. То же самое было установлено авторами по результатам работ в пределах месторождений Гонжинского выступа и близлежащих золоторудных районов.

Наиболее перспективными рудопроявлениями в рудных узлах являются Сосновское (РУ-2), Бургали-Орловское (РУ-3), Осежинское (РУ-2) и Топоковское (РУ-4), представленные минерализованными зонами северо-восточной ориентировки с кварц-сульфидным прожилкованием с содержанием золота от 0,01 до 5,1 г/т, серебра до 100 г/т и мышьяка до 0,2 % и мощностью 1–3,3 м. Рудные узлы Гонжинский (РУ-5), Игакский (РУ-7), Талали-Кутичинский (РУ-6) и Талданский (РУ-4) с золото-серебряным оруденением охватывают краевые части выступа докембрийских пород. Рудопроявления в их пределах локализируются в субвулканических и метаморфических образованиях. Продуктивными на золото и серебро являются адуляр-кварцевые, кварцевые, малосульфидные жилы и прожилки; в контурах метасоматитов типа березитов отношение Au/Ag составляет 1:3–1:5 [8, 9]. Наиболее перспективно здесь Бурендинское месторождение (РУ-4), оруденение которого локализовано в пропицитизированных и березитизированных трахиандезитах и андезитах талданской свиты нижнего мела, прорванных субвулканическими дайками.

Рудное поле в рудных узлах РУ-5, РУ-6, РУ-7 контролируется системами разломов субмеридионального и северо-восточного простирания, с которыми связано размещение рудных тел. Здесь выявлено 11 рудных тел, представленных адуляр-кварцевыми, кварцевыми, адуляр-кварц-малосульфидными жилами и прожилками. Протяжённость рудных тел варьирует от 60 до 1160 м при мощности от 1,1 до 15 м (средняя мощность 2,6 м). Рудные минералы: пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, самородное золото и серебро,

аргентит. Содержание золота в убогосульфидных рудных телах варьирует от 2 до 26,3 г/т, серебра – от 11,6 до 148,3 г/т. Запасы по категории С₂ составили 7,4 т и рассматриваются в качестве дополнительных сырьевых ресурсов Пионерского рудника.

К перспективным рудопроявлениям также относятся Топазовское и Осежинское в рудных узлах РУ-1 и РУ-2 соответственно. Рудные тела в них, как правило, представлены линейными зонами пропицитизированных, аргиллизированных, окварцованных вулканитов с кварцевыми жилами и участками прожилкового окварцевания с содержаниями золота от 1 до 3 г/т.

В пределах Игакского рудного узла (РУ-7) Умелкано-Огоджинской зоны известны рудопроявления золота скарного типа, связанные с гранодиоритами раннемелового верхнеамурского комплекса. На контакте массива гранодиоритов с вмещающими терригенно-карбонатными породами выявлены рудные тела, представленные скарнами и скарнированными, окварцованными, брекчиевыми известняками и известковыми алевролитами с обильной вкрапленностью сульфидов. Содержание золота в рудных сечениях колеблется от 0,02 до 14,6 г/т, серебра от 5 до 172,4 г/т, меди от 0,05 до 1,86 %, молибдена от 0,005 до 0,1 %, висмута от 0,0002 до 1,15 %, свинца от 0,01 до 0,7 %.

Вблизи скарных рудопроявлений в пределах Игакского гранодиоритового массива, прорванного пластовым телом гранодиорит-порфиоров, расположены зоны Порфировая и Геофизическая молибден-медно-порфировой золотосодержащей формации, содержания золота в которых составляют 1,6 г/т, серебра – 19,6 г/т, меди – до 0,9 %.

В пределах Гонжинского узла (РУ-5) известны рудопроявления Луговое и Бекет, представленные кварцево-жильными зонами с вольфрамовой, медной и висмутовой минерализацией. В центре РУ-5 выделены проявление платины и Гонжинское месторождение минеральных вод (см. рис. 2).

Рудные узлы Покровский (РУ-8), Апрельский (РУ-9) и Арбинский (РУ-10) занимают

восточную часть ГВ. Наиболее значимое положение на территории Покровского узла занимает крупное золото-серебряное месторождение Покровское, сформированное в малоглубинных условиях вблизи жерла палеовулкана. В гранитах и вулканитах, субвулканических телах развиты пропилитизация, окварцевание, аргиллизация, сульфидизация и карбонатизация. Основные рудоносные участки месторождения расположены вблизи палеожерловины. Рудные зоны представлены прожилково-вкрапленной и жильной минерализацией. Выделено пять рудных тел мощностью от 0,5 до 70,1 м со средней мощностью 16,2 м. Чётких границ они не имеют и выделяются только по данным опробования. Рудные тела представляют собой совокупность круто- и пологопадающих кварцевых и кварц-карбонатных жил, прожилков штокверкового типа. Среднее содержание золота в рудных телах – 4,4 г/т, серебра – 8,1 г/т.

В пределах Апрельского рудного узла (РУ-9) выявлено крупное золоторудное месторождение Пионер. Основные рудные зоны месторождения Пионер локализуются в единой структуре, включая рудные зоны Южная, Промежуточная и Бахмут, имеющие северо-восточное простирание.

Боргуликанское медно-молибденовое с золотом рудопоявление было установлено при проведении поисково-съёмочных, поисковых и аэрогеофизических работ в бассейне р. Арби и её левых притоков Боргуликана и Икана. По данным аэрогеофизических работ выявлена аномалия калиевой доминантности, совпадающая с мозаичными аномалиями магнитного поля. В последующем горными выработками были вскрыты кварцевые метасоматиты с повышенными содержаниями золота, меди и молибдена. Здесь выделены три зоны: Арбинская, Боргуликанская и Иканская, которые объединяются в Боргуликанское рудное поле протяжённостью более 12 км и шириной около 1–2 км. Наиболее перспективным является Иканское медно-порфиоровое месторождение, представленное золото-медно-молибденовыми рудами. По данным разведочных работ, оценка запасов Иканской рудной зоны произведена по категории C_2 .

Обсуждение результатов. Геологические образования Гонжинского выступа, несмотря на их широкое разнообразие, в целом образуют закономерную рудоносную систему. Поднятый блок фундамента с наиболее древними породами окаймляется палеозойскими и мезозойскими структурами. Поля гидротермалитов локализуются в узлах, образующих кольцеобразные структуры вокруг блоков метаморфического основания фундамента. Характерно, что рудные узлы в значительной степени тяготеют к известным вулканическим и вулканоплутоническим центрам. Осевая латеральная зональность в размещении гидротермальных формаций ГВ относительно центра усложняется асимметричной зональностью меридионального простирания. Некоторые формации встречаются в двух комплексах. Так, пропилиты развиты как в эвгеосинклинальном, так и в орогенном комплексах, березиты – миогеосинклинальном и интрузивном орогенном. По данным комплексных исследований выделяется и третья группа «сквозных» гидротермальных образований, присущих различным геологическим комплексам. В комплексе пород фундамента развиты в ассоциации с пегматитами ортоклаз-кварцевые и мусковит-кварцевые гидротермалиты, кварцевые тела с гранулированным кварцем. Со спиллитами и эпидот-актинолитовыми пропилитами эвгеосинклинального комплекса ассоциированы метаморфогенно-гидротермальные кварцевые жилы альпийского типа. Существенные отличия имеют среднеглубинные и близповерхностные монокварцевые жилы и метасоматические кварциты. По данным В. Д. Мельникова [5], кварцевые породы различных комплексов несколько отличаются по составу газов из включений в кварце, максимальная газонасыщенность характерна для кварцев эвгеосинклинального комплекса. Все гидротермальные формации эвгеосинклинального, миогеосинклинального и орогенного комплексов Гонжинского выступа несут золотую, серебряную, медную, полиметаллическую, платиновую, графитовую минерализацию.

Породы фундамента выступа представляли собой мощный экран, в связи с этим мно-



гочисленные рудопроявления и месторождения (золота, серебра, меди и полиметаллов) локализовались в краевых его частях. Продуктивный на золото магматизм на территории выступа включает несколько интрузивных, вулканогенно-интрузивных комплексов, сближенных по времени их формирования. Набор критериев по определению рудоносности связан с особенностями вулканических и плутонических комплексов пород в пределах купольных структур. В ряде купольных структур руда телескопирована в процессе многократных инъекций магматических растворов. Поскольку в вулканогенной ассоциации присутствуют андезиты и риолиты, соответственно участвует и золото-серебряное оруденение гидрослюдисто-кварцевой и адуляр-кварцевой формаций.

Прогнозирование перспективных золоторудных, золото-серебряных и меднопорфировых месторождений осложняется наличием продуктивной (золотой и серебряной) и золото-кварц-полиметаллической формаций, а также продуктивных на золото субвулканических и малообъемных образований (талданский, бурендинский, керакский комплексы), с которыми парагенетически связано оруденение полиметаллического типа. На площади Инимского, Гонжинского, Талданского РУ авторами прогнозируется оруденение золото-меднопорфировой и «диафоритовой» формаций, с последней связаны россыпные месторождения золота.

Выводы. Выявлено сложно построенное сооружение Гонжинского выступа, в составе которого главную роль играют пластинообразные блоки метаморфических пород фундамента. Рудообразование в пределах ГВ про-

исходило длительное время и при отсутствии больших вариаций в составе газотермальных растворов.

Интрузивно-купольные и очаговые структуры выступа, сформированные интрузиями и вулканитами раннемелового возраста, тяготеют к периферии ГВ и являются основными носителями рудной минерализации. Рудопроявления и месторождения контролируются многочисленными разломами, главным образом северо-восточного и северо-западного направлений.

Созданная геолого-геофизическая динамическая модель Гонжинского выступа позволяет определить наиболее перспективные площади поисков золоторудных и золото-меднорудных месторождений. Создание более современной модели РМС ГВ, учитывающей и основные вариации процесса комплексобразования в растворах, является востребованным, но требует более детального изучения вещественного состава и флюидных включений как источника генетической информации о рудообразовании.

Особенностью ГВ является образование рудной золото-серебро-адуляр-кварцевой субформации с исключительно широким развитием дайкообразных взрывных (взрывных) брекчий. В обломках брекчий присутствуют разнообразные вмещающие породы и гранитоиды, цемент туфовых и гидротермальных взрывных брекчий аналогичен тем породам, что развиты на рудопроявлениях и месторождениях территории. Это свидетельствует о том, что металлогенический потенциал ГВ раскрыт не в полной мере, и ставит вопрос о необходимости активизации дальнейших исследований.

Список литературы

1. Гирфанов М. М., Гагаев А. Н., Дмитриенко В. С. и др. Золото-молибден-медно-порфировые проявления Боргуликанского рудного поля // Руды и металлы. – 2001. – № 5. – С. 52–60.
2. Константинов М. М., Политов В. К., Новиков В. П. и др. Геологическое строение золоторудных районов вулканоплутонических поясов Востока России // Геология рудных месторождений. – 2002. – Т. 44, № 4. – С. 288–302.
3. Копылов М. И. Перспективы поисков золота в пределах Гонжинского выступа // Строение и эволюция Востока Азии : II Косыгинские чтения. – Хабаровск : ИТиГ, 2003. – С. 53–57.
4. Копылов М. И. Сейсмоактивные зоны Приамурья, их блоковая делимость и петрофизические характеристики слагающих пород // Тезисы докладов восьмых геофизических чтений им. В. В. Федынского. – М. : Центр ГЕОН им. В. В. Федынского, 2006. – С. 65–67.

5. Мельников В. Д., Чанышев И. С. Гидротермальные метасоматические образования различных комплексов района Гонжинского выступа (Верхнее Приамурье) // Формации гидротермально измененных пород и их отношение к рудам. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1978. – С. 118–128.
6. Таусон Л. В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. – М. : Наука, 1977. – С. 109–128.
7. Шатков Г. А., Вольский А. С. Тектоника, глубинное строение и минерогения Приамурья и сопредельных территорий. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2004. – 192 с.
8. Шатов В. В. К вопросу об источнике рудного вещества редкометалльно-полиметаллических месторождений // Записки Всесоюзного Минералогического общества. – 1976. – С. 687–697.
9. Щеглов А. Д., Хомич В. Г. О роли жестких блоков в локализации приповерхностного оруденения на Востоке СССР // Доклады АН СССР. – 1985. – Т. 285, № 1. – С. 196–197.
10. Хомич В. Г., Борискина Н. Г. Геологическая позиция благороднометалльных месторождений интрузивно-вулканогенного обрамления Гонжинского выступа докембрия (Верхнее Приамурье) // Тихоокеанская геология. – 2006. – Т. 25, № 3. – С. 53–64.
11. Эйриш Л. В. О связи золотого оруденения с магнитными гранитоидами (на примере Дальнего Востока) // Тихоокеанская геология. – 1985. – № 4. – С. 64–68.
12. Эйриш Л. В. О связи золотоносности с полями силы тяжести на Дальнем Востоке // Тихоокеанская геология. – 1984. – № 4. – С. 94–98.

References

1. Girfanov M. M., Gagaev A. N., Dmitrienko V. S. et al. Zoloto-molibden-medno-porfirovye proyavleniya Borgulikanskogo rudnogo polya [Gold-molybdenum-copper-porphyry manifestations of the Borgulikan ore field], *Rudy i metally* [Ores and metals], 2001, No 5, pp. 52–60. (In Russ.).
2. Konstantinov M. M., Politov V. K., Novikov V. P. et al. Geologicheskoe stroenie zolotorudnykh raionov vulkanoplutonicheskikh pojasov Vostoka Rossii [Geological structure of gold ore regions of volcanoplutonic belts in Eastern Russia], *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of ore deposits], 2002, V. 44, No 4, pp. 288–302. (In Russ.).
3. Kopylov M. I. Perspektivy poiskov zolota v predelakh Gonzhinskogo vystupa [Prospects for gold exploration within the Gonzhinsky ledge], *Stroenie i evolyutsiya Vostoka Azii. II Kosygin'skie chteniya* [Structure and evolution of East Asia: II Kosygin readings], Khabarovsk, ITIG RAS Publ., 2003, pp. 53–57. (In Russ.).
4. Kopylov M. I. Seismoaktivnye zony Priamur'ya, ikh blokovaya delimost' i petrofizicheskie kharakteristiki slagayushchikh porod [Seismically active zones of the Amur region, their block divisibility and petrophysical characteristics of the constituent rocks], *Tezisy dokladov vos'mykh geofizicheskikh chtenii im. V. V. Fedynskogo* [Abstracts of reports of the eighth geophysical readings named after V. V. Fedynsky], Moscow, V. V. Fedynsky Center GEON Publ., 2006, pp. 65–67. (In Russ.).
5. Mel'nikov V. D., Chanyshchev I. S. Gidrotermal'nye metasomaticheskie obrazovaniya razlichnykh kompleksov raiona Gonzhinskogo vystupa (Verkhnee Priamur'e) [Hydrothermal metasomatic formations of various complexes of the Gonzhinsky ledge area (Upper Amur region)], *Formatsii gidrotermal'no izmenennykh porod i ikh otnoshenie k rudam* [Formations of hydrothermally altered rocks and their relation to ores], Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences Publ., 1978, pp. 118–128. (In Russ.).
6. Tauson L. V. Geokhimicheskie tipy i potentsial'naya rudonosnost' granitoidov [Geochemical types and potential ore-bearing capacity of granitoids], Moscow, Nauka Publ., 1977, pp. 109–128.
7. Shatkov G. A., Vol'skii A. S. Tektonika, glubinnoe stroenie i minerageniya Priamur'ya i sopredel'nykh territorii [Tectonics, deep structure and mineralogeny of the Amur region and adjacent territories], St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2004, 192 p.
8. Shatov V. V. K voprosu ob istochnike rudnogo veshchestva redkometal'no-polimetallicheskh mestorozhdenii [On the source of ore matter of rare-metal-polymetallic deposits], *Zapiski Vsesoyuznogo*



Mineralogicheskogo obshchestva [Notes of the All-Union Mineralogical Society], 1976, pp. 687–697. (In Russ.).

9. Shcheglov A. D., Khomich V. G. O roli zhestkikh blokov v lokalizatsii pripoverkhnostnogo orudeniya na Vostoke SSSR [On the role of rigid blocks in the localization of near-surface mineralization in the East of the USSR], *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], 1985, V. 285, No 1, pp. 196–197. (In Russ.).
10. Khomich V. G., Boriskina N. G. Geologicheskaya pozitsiya blagorodnometal'nykh mestorozhdenii intruzivno-vulkanogenного obramleniya Gonzhinskogo vystupa dokembriya (Verkhnee Priamur'e) [Geological position of precious metal deposits of intrusive-volcanogenic framing of the Precambrian Gonzhinsky ledge (Upper Amur region)], *Tikhookeanskaya geologiya* [Pacific Geology], 2006, V. 25, No 3, pp. 53–64. (In Russ.).
11. Eirish L. V. O svyazi zolotogo orudneniya s magnitnymi granitoidami (na primere Dal'nego Vostoka) [On the relationship of gold mineralization with magnetic granitoids (using the Far East as an example)], *Tikhookeanskaya geologiya* [Pacific Geology], 1985, No 4, pp. 64–68. (In Russ.).
12. Eirish L. V. O svyazi zolotonosnosti s polyami sily tyazhesti na Dal'nem Vostoke [On the relationship of gold content with gravity fields in the Far East], *Tikhookeanskaya geologiya* [Pacific Geology], 1984, No 4, pp. 94–98. (In Russ.).

Копылов Михаил Иннокентьевич (Mishil.Kopa@mail.ru)

доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

Петухова Людмила Леонидовна

научный сотрудник

Институт тектоники и геофизики им. Ю. А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия