

Научная статья
УДК 553.411 (235.47)
DOI: 10.31857/S0869769824050056
EDN: HPRINO

Геологическая позиция и особенности состава, строения и генезиса золоторудных (с висмутовой минерализацией) месторождений Сихотэ-Алиня

А. А. Гребенникова[✉]

Анна Александровна Гребенникова
кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник
Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия
anylotina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8050>

Аннотация. Рассматривается группа золоторудных месторождений с висмутовой минерализацией, потенциально перспективных на промышленное золотое оруденение в пределах южного и западного Сихотэ-Алиня. Рудные тела представлены жилами, штокверками, рудными зонами. Для руд характерна тесная ассоциация самородного золота ранней генерации с сульфоарсенидами Ni, Co и сульфотеллуридами и теллуридами висмута, а для самородного золота поздней генерации – с сульфосолями Pb-Bi, Pb-Bi-S, Pb-Cu-Sb состава. На изученных месторождениях выявлен значительный разброс по размеру зерен самородного золота – от крупного и среднего до пылевидного. Для самородного золота ранней генерации характерна пробность 775–900%, редко 990%, а в поздней генерации – 600–850%. Геологические и минералого-геохимические данные указывают на генетическую связь в одном случае (месторождение Болотистое) с вулканическими и интрузивными образованиями позднемелового–эоценового возраста, в другом (для месторождений Криничное, Малиновское, Намовское и Пасечное) – с ранне-поздне-меловым гранитоидным магматизмом.

Ключевые слова: золотовисмутовая минерализация, месторождение золота, Сихотэ-Алинь

Для цитирования: Гребенникова А.А. Геологическая позиция и особенности состава, строения и генезиса золоторудных (с висмутовой минерализацией) месторождений Сихотэ-Алиня // Вестн. ДВО РАН. 2024. № 5. С. 62–82. <http://dx.doi.org/10.31857/S0869769824050056>

Финансирование. Исследование выполнено по госзаданию ДВГИ ДВО РАН.

Geological position and features of the composition, structure and genesis of gold ore (with bismuth mineralization) deposits of Sikhote-Alin

A. A. Grebennikova

Anna A. Grebennikova

Candidate of Sciences in Geology and Mineralogy, Senior Researcher
Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia
anylotina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8050>

Abstract. A group of gold deposits with bismuth mineralization, potentially promising for industrial gold mineralization within the southern and western Sikhote-Alin, is considered. Ore bodies are represented by veins, stockworks, and ore zones. The ores are characterized by a close association of early-generation native gold with Ni, Co sulfoarsenides and bismuth sulfotellurides and tellurides, and late-generation native gold with sulfosalts of Pb-Bi, Pb-Bi-S, Pb-Cu-Sb composition. In the studied deposits, a significant variation in the size of native gold grains was revealed – from coarse and medium to dusty. Native gold of the early generation is characterized by a fineness of 775–900‰, rarely 990‰, and in the late generation – 600–850‰. Geological and mineralogical-geochemical data indicate a genetic connection in one case (Bolotistoe deposit) with bodies of Eocene dacites and granodiorites, as well as with an intrusion of Eocene gabbroids and monzonitoids. In other cases, deposits (Krinichnoye, Malinovskoye, Namovskoye and Pasechnoye) are characterized by a genetic connection with Early-Late Cretaceous granitoid magmatism.

Keywords: gold-bismuth mineralization, gold deposit, Sikhote-Alin

For citation: Grebennikova A.A. Geological position and features of the composition, structure and genesis of gold ore (with bismuth mineralization) deposits of Sikhote-Alin. *Vestnik of the FEB RAS*. 2024;(5):62–82. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.31857/S0869769824050056>

Funding. The study was carried out on a government assignment of FEGI FEB RAS.

Введение

В пределах Сихотэ-Алиния широко известны месторождения и проявления золота с висмутовой минерализацией: Малиновское, Намовское, Криничное, Болотистое и Пасечное (рис. 1), потенциально перспективные на промышленное золотое оруденение [1–16]. Различные вопросы геологического строения, геодинамики, магматизма и металлогении Сихотэ-Алиния рассматривались также в работах [17–22]. Ранее считалось, что подобные золоторудные объекты с висмутовой минерализацией генетически связаны с позднеюрско-позднемеловыми гранитоидами [23–25].

Как следует из литературных данных, особенностью многих крупнообъемных золоторудных месторождений разных генетических типов является присутствие именно висмутовой минерализации. Для них характерна постоянная ассоциация самородного золота с различными минералами висмута (самородным висмутом, висмутином, теллуридами и сульфотеллуридами висмута, сульфосолями висмута, мальдонитом) [8, 9, 15, 16, 23–25], что определяет важность всестороннего изучения подобных объектов.

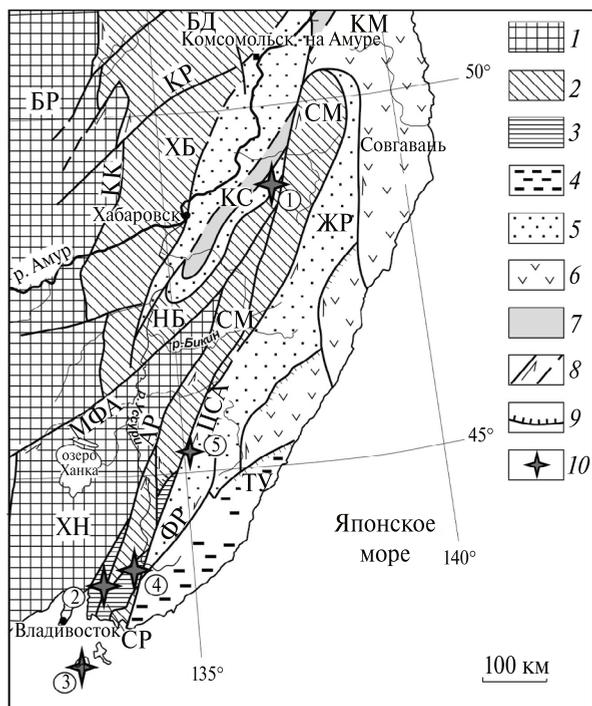


Рис. 1. Террейны Сихотэ-Алиня [20] и расположение золоторудных объектов с золото-висмутовой минерализацией: 1 – докембрийские и раннепалеозойские кратоны и супертеррейны: БР – Буреинский, ХН – Ханкайский; 2 – юрские террейны: фрагменты аккреционных призм (СМ – Самаркинский, НБ – Наданьхада-Бикинский, ХБ – Хабаровский, БД – Баджалский); 3 – фрагменты докембрийского–раннепалеозойского континента, включенные в структуры юрской аккреционной призмы и испытавшие вместе с ними цикл син- и постаккреционных преобразований (СР – Окраинско-Сергеевский комплекс Самаркинского террейна); 4–7 раннемеловые террейны – фрагменты: 4 – неокомской аккреционной призмы (ТУ – Таухинский), 5 – приконтинентального синсдвигового турбидитового бассейна (ЖР – Журавлевско-Амурский), 6 – баррем-альбской островодужной системы (КМ – Кемский), 7 – альбской аккреционной призмы (КС – Киселевско-Маноминский); 8 – левые сдвиги, в том числе: КК – Куканский, КР – Курский, МФА – Мишань-Фушуньский (Алчанский), Ар – Арсеньевский, ЦСА – Центральный Сихотэ-Алинский, ФР – Фурмановский; 9 – надвиги; 10 – золоторудные объекты с висмутовой минерализацией (цифры в кружке): 1 – Болотистое; 2 – Криничное, 3 – Аскольд, 4 – Пасечное; 5 – Малиновское

В статье приведено сопоставление золоторудных (с висмутовой минерализацией) месторождений Сихотэ-Алиня по геологическому строению, геодинамической позиции и минеральным особенностям руд. Выявленные характерные особенности (геологическое строение, стадии минералообразования, типоморфные характеристики минералов, дисперсия пробности самородного золота, разнообразие минералов висмута, наличие сульфосолей свинца, сурьмы и серебра) месторождений Сихотэ-Алиня позволяют применить полученные данные при прогнозировании, поисках и оценке подобных объектов как в пределах этой геологической структуры, так и на прилегающих территориях.

Состояние проблемы

Образование золоторудных объектов связано с различными благоприятными факторами. Главными из них являются геодинамическая природа террейнов (фундамента), генезис перекрывающих и сшивающих террейны магматических комплексов со структурным стилем и характером деформации, контролирующее распространение магматических пород и рудной минерализации [18, 21]. Золотой рудогенез, хронологически весьма оторван-

ный от формирования породных комплексов кратонных структур, связан с процессами тектономагматической активизации, обусловленными развитием глобальных активных трансформных окраин [18–20]. Восточно-Сихотэ-Алинская золотоносная провинция связана с континентальной окраиной магматических дуг и является постаккреционной (постороженной) [21]. В развитии мезозойской трансформной континентальной окраины Сихотэ-Алиня различаются два этапа: первый (позднеготеривский), когда преобладала обстановка растяжения, второй (готерив-сеноманский), в течение, которого чередовались зоны сжатия и растяжения во времени и пространстве [18]. На втором этапе произошла резкая активизация движений по системе окраинно-континентальных левосторонних сдвигов, в континентальном склоне начали накапливаться песчаные и флишеидные толщи. Центральный Сихотэ-Алинский разлом и его продолжение в Японии (разломы Танакура и Медианный) унаследовали границу литосферных плит и напоминали современный разлом Сан-Андреас в Калифорнии [18]. Террейны юрско-раннемеловой аккреционной призмы и раннемеловой островной дуги, расположенные к востоку от Центрального разлома, переместились с юга на север на расстояние порядка 1000 км и в альбе столкнулись с континентальной окраиной. К западу от Центрального разлома, вдоль границы с Амурским континентом, произошла трансляция на север юрской аккреционной призмы на расстояние около 700 км [18]. Готерив-сеноманские левосторонние сдвиговые трансляции сформировали гигантскую S-образную структуру Сихотэ-Алиня и были причиной наращивания континентальной коры. В это же время происходило формирование синсдвиговых гранитоидных плутонов и вулcano-плутонических комплексов бимодального типа с преобладанием риолитов [18, 20]. Золотой рудогенез был полихронен из-за направленности и этапности становления, а также взаимодействия и деструкции геотектонических единиц [19]. Золотонакопление сопутствовало широкому кругу геологических процессов, поэтому столь разнообразны геолого-генетические мезо-кайнозойские золотоносные системы. С ними коррелируют несколько формационных типов оруденения. К ведущим формационным группам месторождений принадлежат золото(сульфидно-, редкометалльно-)-кварцевая и золото-сульфидная (в том числе «черносланцевая»), которые характерны для раннего и среднего мела, а также золото-серебряная, показательная для позднемелового–четвертичного времени [18, 19].

На территории Сихотэ-Алиня известен целый ряд золоторудных объектов, расположенных в пределах различных тектоно-стратиграфических блоков земной коры: Сергеевского (фрагмента палеозойско-мезозойской пассивной окраины), Самаркинского (юрской аккреционной призмы) и Журавлево-Амурского (раннемелового турбидитового бассейна) террейнов. Характерной чертой этих террейнов является развитие плутонических гранитоидных образований, имеющих синсдвиговую ориентировку в пределах раннемеловой трансформной окраины. Среди них выделяются готерив-аптский (хунгарийский) и альб-сеноманский (татибинский) комплексы, локализованные вдоль северных границ Ханкайского массива и Центрального Сихотэ-Алинского разлома [22, 26] соответственно.

Формирование благороднометалльного оруденения различных формационных типов, возможно, связано с многочисленными рудогенерирующими системами [27], золото-медно-молибден-порфирирового, золото-порфирирового, золото-скарнового, золото-кварцевого, золото-сульфидно-кварцевого, золото-редкометалльного и золото-серебряного типов. Локализация месторождений этих типов, вероятнее всего, обусловлена влиянием Центрального Сихотэ-Алинского разлома [18, 19, 21].

К золоторудным месторождениям с висмутовой минерализацией относятся Малиновское-центр, Намовское, Пасечное, Криничное и Болотистое (рис. 1). Для них характерны различная степень эродированности, возможности россыпеобразования и пространственная ассоциация с коренным источником. Данные золоторудные объекты с разной степенью детальности освещены в публикациях сотрудников научных и производственных организаций [1–16]. Материалы этих исследований использованы в данной статье при обсуждении общих особенностей золоторудных (с висмутовой минерализацией) объектов Сихотэ-Алиня.

Геологическая позиция Малиновского месторождения

Месторождение Малиновское расположено в одноименном рудном поле, в верховьях р. Малиновка. Его площадь составляет около 30 км². В геологическом строении района принимают участие аркозовые песчаники и алевролиты раннемелового возраста [29] синсдвигового турбидитового бассейна Журавлевско-Амурского террейна [20]. От расположенного северо-западнее Самаркинского террейна он отделен системой разрывов крупного левостороннего сдвига – Центрального Сихотэ-Алинского разлома или одного из его ответвлений (рис. 2). Среди магматических пород района выделено два комплекса: раннемеловой (интрузивный татибинский: первая фаза – диориты, габбро-монцодиориты; вторая фаза – биотитовые гранодиориты, граниты, лейкограниты) – и раннепалеогеновый (вулканический богопольский – дациты, риодациты, их туфы, игнимбриты и др.) [11–14, 30].

Формирование структуры месторождения напрямую связано с Центрально-Сихотэ-Алинской сдвиговой системой [11]. Следствием левостороннего движения блоков являются

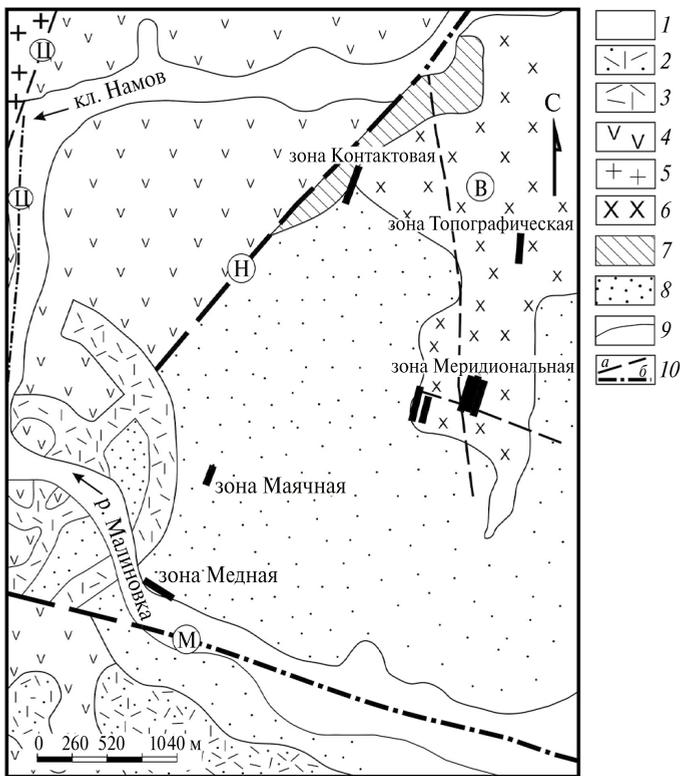


Рис. 2. Геологическая схема месторождения Малиновского (Белянский Г.С. и др., 2013 г., см. также [12]): 1 – четвертичные отложения (суглинки, супеси, гальки); 2 – богопольская свита: туфы, туфолавы, туфопесчаники, туффиты, игнимбриты риолитов, реже дациты и лавы риолитов; 3 – богопольский комплекс: дайки риолитов, риодацитов; маастрихт-датский вулканоплутонический комплекс: риолиты; 4 – дорофеевская свита, верхняя подсвита: андезиты, андезибазальты и их туфы с прослоями туфоалевролитов и туфов риолитов; маастрихтский вулканический комплекс: дайки андезитов, андезибазальтов; 5, 6 – татибинский комплекс (5 – вторая фаза: граниты до умеренно-щелочных лейкогранитов; 6 – первая фаза: монцодиориты, монцогаббро-диориты); 7 – ключевская свита: песчаники, алевролиты, алевроаргиллиты, их переслаивание, линзы гравелитов; 8 – журавлевская свита: алевроаргиллиты, алевролиты, песчаники; 9 – геологические границы; 10 – разрывные нарушения: а – установленные, б – перекрытые аллювием. Буквами в кружках обозначены: Ц – Центральный Сихотэ-Алинский разлом (ЦСАР); Н – Намовский разлом; М – Малиновский разлом; В – Водораздельный массив габбро-монцодиоритов

серии содвиговых трещин растяжения, которые, вероятно, служили и рудоподводящими каналами [13, 14]. Ряд исследователей Малиновской золоторудной магматической системы интрузивно-купольной структуры центрального типа (диаметром около 5 км) связывают ее образование с внедрением Водораздельного интрузива габбро-монциодоритов татибинского комплекса [10–12].

Золоторудная минерализация Малиновского месторождения локализована как в сводовой, так и в периферической части интрузивного купольного поднятия, сложенного габбромонциодоритами [10–13]. Рудные тела Малиновского месторождения представлены линейными зонами, состоящими из одной или нескольких субпараллельных сульфидно-кварц-карбонатных, сульфидно-кварцевых или сульфидных жил (мощностью до первых десятков сантиметров) и околожильных метасоматических пород (с турмалином, хлоритом, мусковитом), содержащих рассеянную прожилково-вкрапленную минерализацию. Рудные тела имеют субмеридиональное или северо-восточное простирание с крутыми углами падения на восток, в отдельных случаях на запад [12–14]. Рудам свойственны вкрапленные и прожилково-вкрапленные текстуры. Главными минералами являются кварц, карбонат, турмалин и хлорит. Распространены также сульфиды (халькопирит, пирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит, галенит, молибденит); сульфосоли (тетраэдрит, кобеллит, Sb-козалит, бурнонит и лиллианит-густавит); самородный висмут, сульфиды (висмутин, икунолит); сульфотеллуриды (группа жозеита) и теллуриды (хедлейит) висмута; интерметаллиды золота (мальдонит); антимонид золота (ауростибит), самородное золото, вольфрамат кальция (шеелит) и плавиковый шпат [12, 13]. По данным Родионова А.Н., на месторождении Малиновское в Au-Cu рудах было выявлено содержание платины (0,07 г/т) и рутения (0,015 г/т), а в арсенопирите отмечен сперрилит (?) в виде мельчайших зерен – $(0,002–0,007) \times 0,015$ мм [31, 32].

Месторождение Намовское входит в состав Малиновского рудного узла и является северо-восточным флангом Малиновского месторождения [13–16, 18]. В региональном плане оно локализовано в переходной зоне между Евразийским континентом и Тихоокеанской плитой [17, 33], в пределах зоны влияния Центрального Сихотэ-Алинского разлома. Последний представляет собой левосторонний сдвиг [34, 35]. Месторождение Намовское расположено в пределах Журавлевско-Амурского террейна, среди терригенных осадочных отложений журавлевской и ключевской свит (Бемянский Г.С., 2011 г.). Весь комплекс осадочных образований смят в линейные складки северо-восточного простирания. Осадочные породы прорваны монцонитами Водораздельного интрузива татибинского диорит-гранитового комплекса, а также дайками пестрого состава и возраста (рис. 3). Основными разновидностями интрузивных пород являются габбро- и монциодориты, реже отмечаются граносиениты и кварцевые сиенит-порфиры, которые встречаются в виде шпиривидных выделений в монциодоритах. Согласно U-Pb SHRIMP датам возраст интрузива составляет 105–103 млн лет [10]. Дайковые образования представлены маломощными телами диорит-порфиритов и лампрофиром (камптонитов) заключительной фазы татибинского комплекса.

Рудные тела месторождения Намовское локализованы в восточном экзоконтакте Водораздельного интрузива монцонитов. Они залегают преимущественно в терригенных породах журавлевской и ключевской свит, реже непосредственно в монцонитах Водораздельной интрузии (зона Намовская 1, 2) [16]. Рудные тела представлены сульфидными, сульфидно-кварцевыми жилами и зонами сульфидно-кварц-турмалиновых метасоматитов, а также минерализованными зонами дробления. Жилы и жильные зоны образуют два участка, расположенных в 1,5 км друг от друга, северный – Верхне-Намовский (Намовская-1, 2 и Дальняя) и южный – Лево-Намовский (Широтная, Ближняя, Зимняя, Придорожная, Арсенопиритовая, Кварцевая, Майская, Пологая), отличающихся простиранием рудных тел: субширотно-северо-восточным и субширотно-северо-западным соответственно. Вторичные изменения, сопровождающие рудные тела – окварцевание, хлоритизация, серицитизация и турмалинизация. Турмалинизация сопровождает все рудные тела Намовского месторождения в той или иной степени, но в северной части (зоны Намовская, Намовская-1) она преобладает [16]. Жильные минералы на месторождении представлены кварцем, карбонатом, реже турмалином. Рудная минерализация представлена сульфидами и сульфоарсенидами – арсенопиритом, данаитом, пиритом, халькопиритом, пирротинитом, сфалеритом и галенитом; минералами висмута:

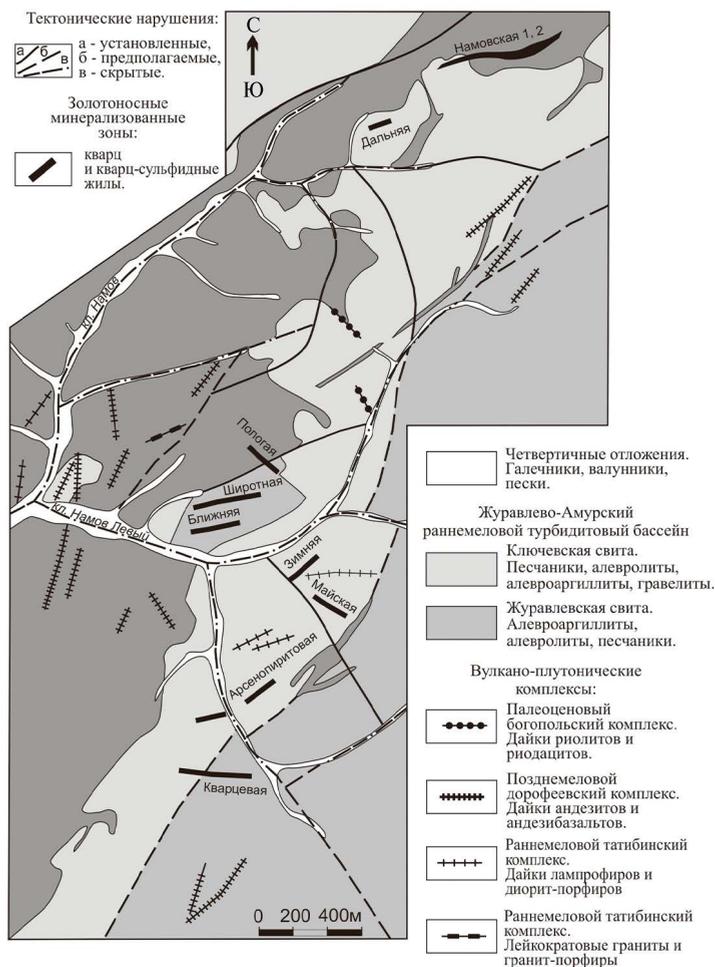


Рис. 3. Схематическая геологическая карта месторождения Намовское, по материалам Г.С. Белянского (2012), В.А. Михайлова (1998), К.Н. Доброшевского (2012)

сульфотеллуридами – протожозеитом, жозеитом, сульфоцумоитом, тетрадимитом и теллуридами висмута – хедлейитом, цумоитом; сульфосолями Pb–Bi – козалитом, лилианитом, канницаритом, галеновисмутитом, нафильдитом, ашамальмитом, Ag–Bi – матильдитом; сульфидом висмута – висмутином; минералами серебра: теллуридом и хлоридом серебра – гесситом и кераргиритом; сульфидом серебра – акантитом; интерметаллидом золота – мальдонитом; самородными висмутом и золотом. Особенности вещественного состава руд и геологического строения месторождения Намовское указывают на его принадлежность к типу золоторудных объектов обстановок трансформной континентальной окраины. Высказано предположение о мантийном источнике рудной минерализации [16]. Характерной особенностью Малиновского рудного поля является медно-висмутовая геохимическая специфика [12–14].

Геологическое строение района и месторождения Пасечное

Месторождение Пасечное локализовано в пределах Алексеевской рудоносной площади Южного Сихотэ-Алиня (рис. 4). На месторождении было выявлено 26 рудных зон (РЗ), 11 из которых имеют параметры оруденения, близкие к промышленным. Наиболее изученными являются РЗ Алексеевская, Юго-Западная, Попутная и Светлана, в которых содержание золота колеблется от 0,2 до 33 г/т (А.В. Северилов, 2007).

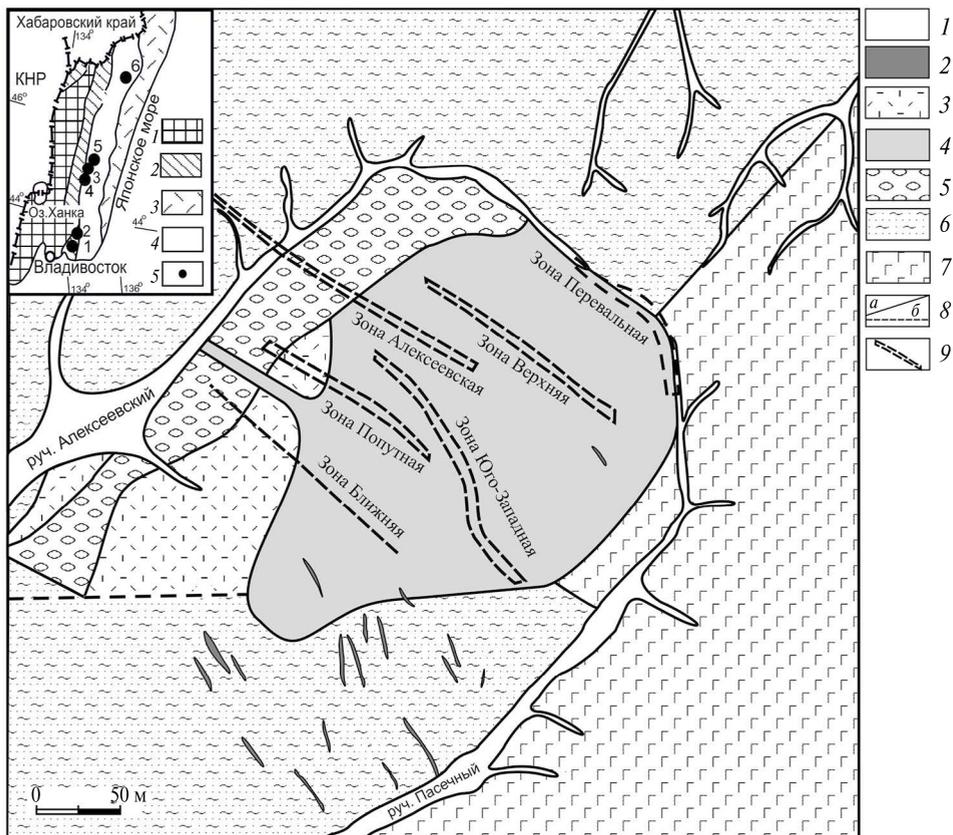


Рис. 4. Схематическая геологическая карта месторождения Пасечное (по материалам Углова В.В., 1981 г.): 1 – современные аллювиальные отложения; 2 – палеоцен-эоценовые дайки: кузнецовские базальты, андезитбазальты, андезиты; 3 – юрско-меловые дациты, риодациты, риолиты и их туфы, конгломераты, песчаники, туфопесчаники и каменные угли; 4 – юрско-верхнемеловые экструзии, силлы риолитов; 5 – позднепермские конгломераты, конглобрекции, песчаники, алевропесчаники, алевролиты, ястребовская свита; 6 – позднепермские конгломераты, песчаники, алевролиты, известняки, чандалазская свита; 7 – протерозойские амфиболитизированные габбро-гнейсы сергеевского комплекса; 8 – разрывные нарушения: а – установленные, б – предполагаемые; 9 – контуры рудных зон. На врезке фрагмент схемы террейнов Сихотэ-Алинского орогенного пояса и прилегающих территорий, по данным [20, 33]: 1 – Ханкайско-Буреинский кристаллический массив и его обрамление; 2 – Самаркинская аккреционная призма (турбидит-олистостромовая); 3 – Прибрежный вулканический пояс; 4 – Журавлевский – юг и Таухинский – север террейны; 5 – золоторудные месторождения (1 – Криничное, 2 – Пасечное, 3 – Малиновское, 4 – Глухое, 5 – Болотистое)

Алексеевская рудоносная площадь (РП) находится в Партизанском районе Приморского края в междуречье рек Сергеевка, Алексеевка, Икрянка и Малиновка, северо-восточнее пос. Монакино. Она расположена в Окраинско-Сергеевском террейне и приурочена к восточному флангу Монакинской вулcano-тектонической структуры (ВТС) в Южно-Приморском золотоносном районе. Наиболее древними породами на площади РП являются кембрийские метагабброиды сергеевского комплекса [36] и раннепалеозойские таудеминские (тафуинские) гранит-плагиогранитные образования (рис. 4). Они перекрыты позднепермскими осадочными отложениями чандалазской и ястребовской свит и юрско-меловыми вулcanoгенно-осадочными образованиями [20, 33] (В.В. Углов, 1980; А.В. Северилов, 2007; В.И. Андронов, С.А. Шлыков, 2016).

На месторождении Пасечное установлено 26 рудных зон (А.В. Северилов, 2007). Они локализованы в позднемеловом экструзиве риолитов и в осадочных породах чандалазской свиты. Крутопадающие рудные зоны сложены кварц-сульфидными, кварцевыми, карбонат-кварцевыми, редко турмалин-кварцевыми рудами с самородным золотом, золото-

висмутовой, золото-серебряной, иногда вольфрамоносной, минерализацией. Рудные зоны сопровождаются геохимическими ореолами Au, Ag, As, Bi и W. Для месторождения в основном характерны руды с вкрапленными, прожилково-вкрапленными и массивными текстурами, сульфидно-кварцевого, сульфидно-карбонатно-кварцевого и сульфидного состава. Доля рудной минерализации составляет 1–5%. Жильные минералы в основном представлены кварцем, карбонатом, реже турмалином. Рудная минерализация представлена сульфидами и сульфоарсенидами – арсенопиритом, пиритом, халькопиритом, пирротинном, сфалеритом и галенитом; минералами висмута: сульфотеллуридом висмута – жозеитом А; сульфидом висмута (висмутин) и сульфосолями Pb–Bi–Ag: викингитом, эскимойтом, сульфосолю $Ag_{10}PbBi_3OS_{51}$, маковицкиитом; интерметаллидом золота – мальдонитом; самородными висмутом и золотом [15]. Молибденит, шеелит и касситерит были зафиксированы ранее геологами-производственниками (А.В. Северилов, 2007). В окисленных образцах диагностированы гидроксиды железа, ковеллин, скородит, ярозит и другие минералы. Особенности минерального состава жильно-прожилковых тел в совокупности с их геохимической спецификой (наличие разнообразного состава висмутовых минералов) свидетельствуют о принадлежности месторождения Пасечное к висмут-арсенидно-сульфоарсенидному (золото-висмутовому) геохимическому типу [15].

Геологическое строение района и месторождения Криничное

Месторождение Криничное размещено на юге Приморья в пределах Украинско-Сергеевского террейна, который включен в структуру аккреционной призмы и является фрагментом палеозойско-мезозойской пассивной континентальной окраины (рис. 5).

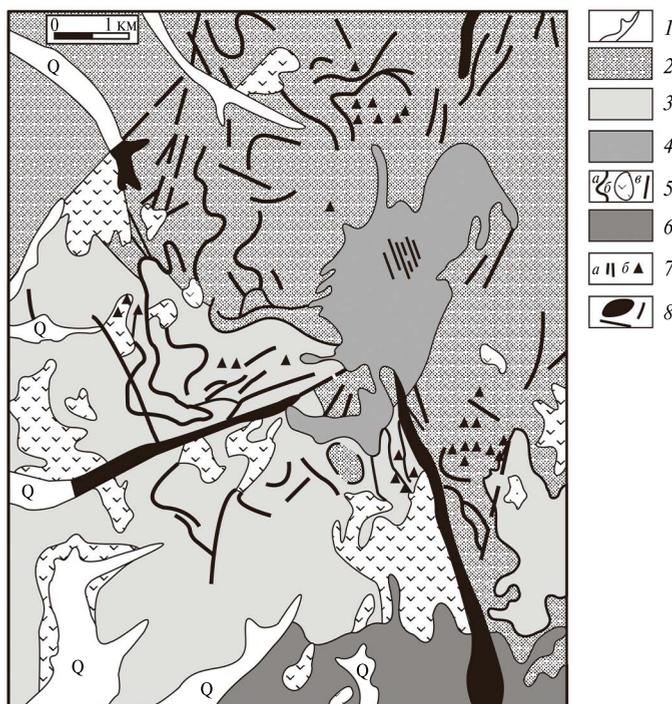


Рис. 5. Схематическая геологическая карта Криничного золотоносного узла [32]: 1 – четвертичный аллювий; 2 – юрские песчано-глинистые и карбонатные породы, конгломераты, слабодислоцированные; 3 – пермские разнообразные терригенные, карбонатные и вулканогенные породы; 4 – позднемереловые гранодиориты, диориты; 5 – позднемереловые силлы (а), штоки (б) и дайки (в) диоритовых порфиритов; б – палеозойские гранитоиды; 7 – золоторудные кварцевые жилы (а), обломки золотоносного кварца в дельвии (б); 8 – отработанные россыпи золота

В террейне выделяется фундамент и вулканогенно-осадочный чехол. Фундамент состоит из: а) синтетектонических мигматитовых габбро-гнейсов и кварцевых диоритов; б) раннеордовикских биотит-мусковитовых гранитов (тафуинский комплекс). Граниты образуют тектоническую пластину, перекрывающую метагабброиды [20]. Чехол представлен: а) пермскими конгломератами, песчаниками, алевролитами, базальтами, андезитами, риолитами и рифогенными известняками, залегающими в большинстве случаев на гранитах и метагабброидах Украинско-Сергеевского террейна; б) триасово-среднеюрскими мелководно-морскими песчаниками и алевролитами. Перечисленные породы смяты в складки различных размеров и морфологии и с размывом и угловым несогласием перекрыты раннемеловыми толщами Партизанско-Суходольского угленосного бассейна, относящимися к наиболее раннему из перекрывающих комплексов [20].

Месторождение Криничное приурочено к Аскольдовской сдвиговой зоне (АСЗ), которая входит в систему левых сдвигов Сихотэ-Алиня. Она контролирует положение Криничного золоторудного поля (КЗРП), в состав которого входит золоторудное месторождение Криничное [2]. Криничный интрузивный массив представлен К–Na серий пород нормального ряда: кварцевыми диоритами, гранодиоритами, амагмитами. В центральной части и на периферии интрузива распространены дорудные дайки гранодиорит-гранитного интрузивного комплекса (аплиты, биотитовые лейкограниты, риолиты, риодациты), рудные зоны и отдельные кварцевые прожилки (малосульфидный кварцевый тип), послерудные дайки андезит-базальтового дайкового комплекса (андезиты, андезибазальты, порфириты, спессартиты, одиниты Na серии). Дайки и жилы выполняют крутопадающие северо-западные разрывы [1]. Месторождение Криничное приурочено к центральной части штока гранодиоритов позднемелового возраста Криничного интрузивного массива, прорывающего палеозойские и юрские осадочные образования (рис. 2). Размер штока составляет около 4 км². Терригенные и известковисто-терригенные породы триаса и юры в обрамлении этого массива вмещают малые интрузии и силлообразные тела среднего и основного состава мелового возраста [1, 4, 28].

Практически все естественные ограничения Криничного месторождения являются тектоническими, совпадая на западе с Промысловским, на юге – с Пашкеевским разломами, на востоке – с Малотинканской зоной нарушений [28]. К одной субрегиональной структуре АСЗ совместно с Криничным месторождением принадлежит ему подобное Аскольдовское месторождение (рис. 2). Значения абсолютного возраста золотой минерализации Аскольдовского (83,8 млн лет) и Криничного (76,2±1,9 и 84,2±1,9 млн лет) месторождений согласуются между собой [28] и соответствуют кампанскому веку позднего мела.

Оруденение представлено серией параллельных зон северо-северо-западного простирания, состоящих из систем кварцевых, кварц-карбонатных и редко кварц-полевошпатовых жил и прожилков. Протяженность зон по простиранию достигает 700 м и мощность 25–30 м. Они характеризуются убогой и умеренной вкрапленностью сульфидов и встречаются как в гранодиоритах, так и в терригенных породах. В кварцевых прожилках иногда присутствует турмалин. Характерными являются окварцевание, серицитизация, пиритизация, ороговикование и иногда скарнирование вмещающих пород [4]. Золото-висмут-теллуровая минерализация на месторождении Криничное распространена на значительном расстоянии в вертикальном разрезе. Минералы висмута представлены: сульфотеллуридами – тетрадимитом, жозеитом А; теллуридом висмута – цумоитом; сульфидом висмута – висмутином; интерметаллидом золота – мальдонитом; самородными висмутом и золотом. Золото находится преимущественно в тонких кварцевых прожилках, характеризуется широким изменением пробы – от 550 до 990 ‰, но преобладает высокопробное [4, 32]. Широкое развитие эрозионных процессов способствовало образованию аллювиальных и прибрежно-морских россыпей или единых золотоносных систем, включающих деллювиальные и аллювиальные россыпи и коренные источники. Месторождение Криничное является основным источником россыпного золота. Известны россыпи в долине р. Рудневка, ключей Пашкеевский, Толстый, Кирпичный и Приисковый [32, 37].

Геологическое строение района и месторождения Болотистое

Месторождение Болотистое локализовано в пределах Западного Сихотэ-Алиня и входит в состав Право-Соолийского рудно-россыпного узла, расположенного на юге Сооли-Тормасинского рудного района (Хабаровский край). Площадь Право-Соолийского рудно-россыпного узла делится Центральным Сихотэ-Алинским разломом на две части, одна из которых (западная) сложена осадочными и вулканогенно-осадочными породами Журавлевско-Амурского, а вторая (восточная) – осадочными и вулканическими породами Самаркинского террейнов [20].

Месторождение Болотистое приурочено к эрозионному окну в покровных миоценовых базальтах, где обнажаются меловые терригенные отложения, прорванные эоценовой интрузией сложного состава (габбро, габбро-диабазы, диабазы, габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты) и частично перекрытые андезитами кузнецовской свиты (рис. 6). Дайковый комплекс состоит из тел эоценовых габбро-диоритовых порфиров, гранодиоритов, а также дацитов (В.А. Дымович, 1979).

Для месторождения Болотистое характерно широкое развитие как крутопадающих (радиальных и кольцевых), так и субгоризонтальных разрывных нарушений. Ему прису-

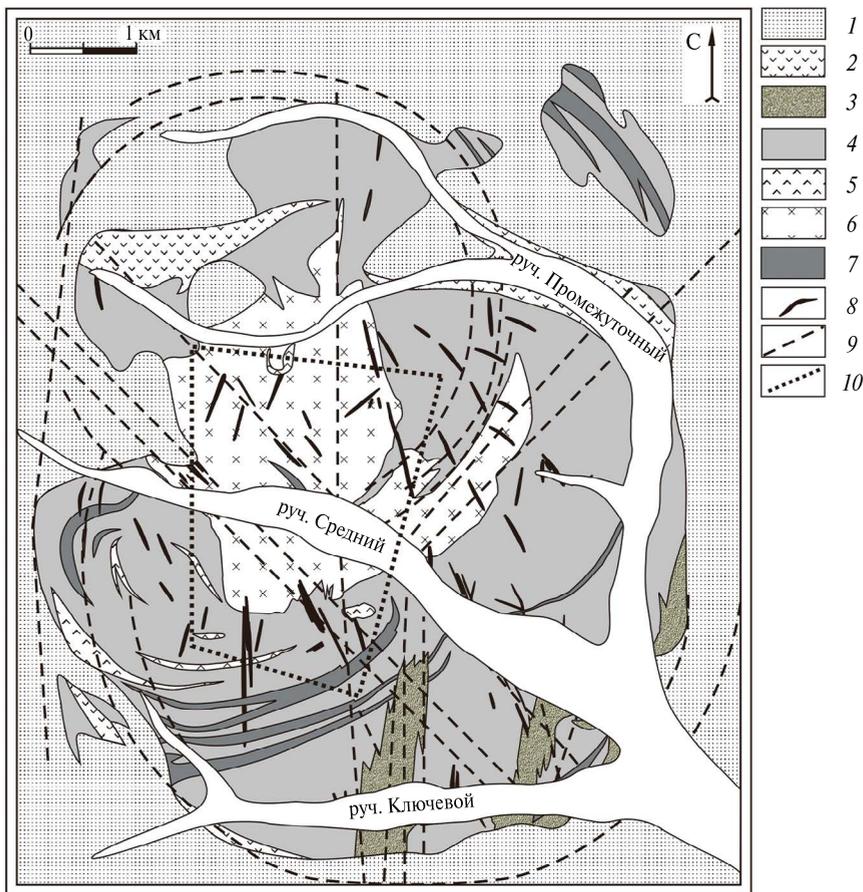


Рис. 6. Схематическая геологическая карта месторождения Болотистое (Дымович, 1981): 1 – базальты кизинской свиты, миоцен; 2 – андезиты и андезито-базальты кузнецовской свиты, эоцен; 3 – щебнисто-глинистые отложения эрозионно-тектонического вреза, палеоген; 4 – песчаники, реже алевролиты, аргиллиты, мел; 5–8 – эоценовый магматический комплекс: 5 – дациты, 6 – интрузия сложного состава (габбро, габбро-диабазы, диабазы, габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты), 7 – силлы габбро-диоритовых порфиров, гранодиоритов, 8 – дайки основного и среднего состава; 9 – разрывные нарушения; 10 – контур рудной зоны

ща общая раздробленность пород и повышенное, площадное развитие кор выветривания позднеэоценового–раннечетвертичного возраста (мощностью до 25 м) по интрузивным породам, которые изменены до глины [7]. По данным [38] возраст интрузивных пород (габбро, габбро-диориты, кварцевые диориты), с которыми связано золотое оруденение – от $63,3 \pm 2,3$ до $70,1 \pm 2,4$ млн лет (К/Аг метод по 5 пробам), а также покровных ($7,8 \pm 0,4$ млн лет) и субвулканических щелочных лерцолитосодержащих базальтов ($8,6 \pm 0,2$ и $8,3 \pm 0,2$ млн лет) отвечает мел-палеоэоценовому рубежу и позднему миоэоцену соответственно. Эти данные не согласуются с К/Аг датировками, полученными ранее (В.А. Дымович, 1979) на менее совершенном оборудовании. Оруденение представлено штокверковой зоной кварцевых и турмалин-кварцевых (иногда с сульфидами) прожилков, сосредоточенных преимущественно в интрузивном массиве габбро, габбро-диоритов и диабазов мел-палеоэоценового возраста. Метасоматические преобразования на площади месторождения проявлены в виде окварцевания и турмалинизации, осадочных и изверженных пород с образованием кварц-турмалиновых и серицит-кварцевых метасоматитов (В.А. Дымович, 1979). Рудные прожилки имеют северо-западное, субмеридиональное, реже северо-восточное или субширотное простирание. В кварце из прожилков отмечаются вкрапленники и гнезда сульфотеллуридов и теллуридов висмута, арсенидов и сульфоарсенидов кобальта и никеля, самородное золото, пирит, арсенопирит, халькопирит, пирротин, сфалерит и галенит. Турмалин-кварцевые прожилки руды имеют брекчиевидную и сложно-полосчатую текстуру [3, 4]. Одна из отличительных черт месторождения Болотистое – наличие базальтовой покрывки и более древней коры выветривания, способствовавших эффективному россыпеобразованию. Факторами формирования россыпей явились повышенная трещиноватость пород и широкое распространение относительно богатых железом интрузивных пород среднего–основного состава [3]. Месторождение Болотистое служило источником питания богатых россыпей в ручьях Средний, Ключевой, Болотистый и др., начинающихся фактически у коренного источника [7].

На месторождении Болотистое выделены два продуктивных минеральных комплекса: 1 – кварц-турмалин-золото-тетрадимит-теллуровисмутитовый комплекс слагает периферическую часть штокверка в нижнемеловых околоинтрузивных терригенных породах. Рудные минералы представлены в основном тетрадимитом, теллуровисмутитом, цумоитом и самородным золотом с пробностью 925–985%, менее распространены сульфиды (?); 2 – кварц-арсенидно-сульфидный комплекс размещен в эоценовой интрузии габбро-диоритового состава. Рудные минералы этого комплекса представлены сульфидами и сульфоарсенидами (пирит, пирротин, халькопирит, арсенопирит и др.). Широко распространены сульфотеллуриды и теллуриды висмута (тетрадимит, протозеит, теллуровисмутит, цумоит); сульфосоли $PbBiS_2$ (?) и самородный висмут [4, 8]. В рудах установлена и $Co-Ni$ минерализация (глаукодит, данаит, аллоклазит, ульманнит, герсдорфит), а также буланжерит и самородное золото с пробностью 740–800% [6, 8]. Изученные комплексы различаются по минеральному составу, пробе самородного золота и условиям локализации. Выдвинуто предположение о существовании оруденения гипабиссального уровня двух типов [8].

Оруденение первого типа локализовано в кварцевых прожилках, секущих эоценовые габбро-диориты, диабазы и кварцевые диориты. Оно имеет висмут-арсенидно-сульфоарсенидный состав (сульфиды, сульфосоли свинца и сурьмы, герсдорфит, ульманнит, теллуриды и сульфотеллуриды висмута, самородные золото и висмут) и предположительно генетически связано с интрузией сложного состава (габбро, габбро-диабазы, диабазы, габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты) [8]. Оруденение второго типа локализовано в кварц-турмалиновых прожилках секущих все магматические и осадочные образования участка, кроме перекрывающих их миоэоценовых базальтов. Геолого-структурные данные и присутствие обломков пород с фрагментами кварц-турмалиновых прожилков в делювии свидетельствуют о значительном эрозионном врезе участка, способствовавшем образованию промышленных аллювиальных золотоносных россыпей, когенетичных коренному оруденению висмут-сульфотеллуридно-кварцевого (теллуриды, сульфотеллуриды висмута и самородное золото) состава. Оруденение второго типа, вероятно, было генетически связано с полностью денудированными апофизами глубинного гранитоидного массива [8].

Сопоставление типовых золоторудных объектов Сихотэ-Алиня

Сравнение важнейших характеристик золоторудных месторождений с висмутовой минерализацией Криничное, Болотистое, Малиновское, Намовское и Пасечное (см. таблицу) свидетельствуют о сходстве этих объектов: по размещению в зоне динамического влияния Центрального Сихотэ-Алинского разлома; формационной принадлежности руд (золото-висмутовый тип); составу жильных минералов (кварц и карбонат); типовой минерализации (основные сульфиды и сульфоарсениды – пирит, арсенопирит, халькопирит, пирротин, реже галенит, сфалерит, молибденит, а также шеелит, теллуриды и сульфотеллуриды висмута, интерметаллид золота, самородные висмут и золото).

Как известно, для Дальневосточного региона ранее платиноносными считались месторождения золота в черносланцевых толщах [31, 39], но относительно недавно был охарактеризован новый тип крупнообъемного оруденения: штокверки золото-редкометалльной минерализации связанной с гранитоидами [40]. Установлена принципиальная палладиеносность этих руд в связи с находками как собственных минералов палладия (сэдберит), так и специфических минералов никеля (паркерит) [24, 40, 41]. С учетом того, что в пределах Сихотэ-Алиня также известен ряд россыпей, содержащих минералы элементов платиновой группы [5, 42, 43], изученные месторождения также не стали исключением. Например, на месторождении Болотистое в россыпях распространена платиноидная минерализация, которая представлена минералами изоморфного ряда лаурит–эрликманит, а осмий установлен в керне из рудной зоны [5]; в рудах Малиновского месторождения отмечено содержание платины и рутения, а в арсенопирите описан арсенид платины (сперилит ?) [31, 32]; по данным [43] в россыпях, сопровождающих месторождение Криничное, выявлена изоферроплатина.

Кроме того, характерными отличительными признаками этих месторождений являются: разнообразный минеральный состав руд и пород; локализация в различных тектоно-стратиграфических блоках земной коры; степень эрозионного среза.

Для месторождений Малиновское, Намовское и Пасечное характерен более разнообразный состав сложных сульфосолей Pb–Bi–Sb, Pb–Cu–Sb и Pb–Bi–Ag. Здесь распространен турмалин, входящий в состав кварц-турмалиновых жил или околожильных метасоматических пород [4, 8, 9, 12, 13, 15, 16]. В то же время он является редким минералом на Криничном и Пасечном месторождениях [4]. Типоморфной особенностью Болотистого, Малиновского и Намовского месторождений является наличие в рудах минералов кобальта и никеля (сульфоарсенидов – аллоклазита, глаукодота, данаита, герсдорфита и сульфоантимонидов – ульманнита). Кроме того, примеси Co и Ni зафиксированы в арсенопирите, пирите и халькопирите [6, 8, 9, 15, 16]. Более того, только для Малиновского рудного поля отмечен медный профиль золото-висмутовой минерализации [12, 13, 16], что соответствует медной специфике альб-сеноманского этапа Сихотэ-Алинского орогенного пояса [44].

К факторам, определившим образование и особенности размещения крупных россыпей, относятся: присутствие коренного богатого золотом источника штокверкового типа, самородная форма этого металла, химический состав вмещающих пород дренируемых участков месторождения, наличие хорошо развитой гидросети, морфологические особенности долин ручьев и климатические условия. Все вышеперечисленные факторы определяют высокий россыпеобразующий потенциал месторождений Болотистое и, отчасти, Криничное [3, 4, 8, 9, 37], в то время как для месторождений Малиновское, Намовское и Пасечное характерен верхнерудный уровень эрозионного среза [13] и, как результат, отсутствие значительных по масштабам россыпей. На основании перечисленных факторов открываются перспективы выявления скрытых коренных источников золота.

Изученные месторождения локализованы в области раннемелового активного преобразования, где преобладают гигантские вертикальные складки и крупнейшие разрывные структуры Сихотэ-Алиня (одним из которых является Центральный Сихотэ-Алинский разлом, который контролирует распределение целого ряда месторождений золота [19, 20, 21, 26, 45]). Необходимо отметить, что мезозойско-кайнозойская геологическая история СВ Азии характеризуется чередующимися эпизодами субдукционного или трансформного сдвигов океанической плиты вдоль континентальной окраины Евразии. Данные события привели к формированию

Сравнительная характеристика среднеглубинных золоторудных месторождений с висмутовой минерализацией Сихотэ-Алинской золоторудной провинции

Важнейшие признаки	Месторождение				
	Бологистое	Криличное	Малиновское	Намовское	Пасечное
Орогенный пояс	Сихотэ-Алинский	Сихотэ-Алинский	Сихотэ-Алинский	Сихотэ-Алинский	Сихотэ-Алинский
Террейн	Журавлево-Амурский и Самаркинский	Окраинско-Сергеевский	Журавлево-Амурский	Журавлево-Амурский	Окраинско-Сергеевский
Формационный тип	Золото-кварцевый умеренно сульфидный	Золото-кварцевый умеренно сульфидный	Золото-сульфидно-кварцевый	Золото-сульфидно-кварцевый	Золото-сульфидно-кварцевый
Вмещающие породы	Габброиды, диоритонды, монцитониды и вулканогенно-кремнисто-терригенные породы	Гранодиориты вулканогенно-осадочные породы	Монцогабро-диориты, монцо-диориты, алевролиты	Алевролиты, песчаники, монцодиориты	Риодациты
Возраст оруденения	63,3±2,3 млн лет и 70,1±2,4 млн лет [38]	76,2±1,9 млн лет и 84,2±1,9 млн лет [28]	102,3±1,8 до 106,6±1,7 млн лет (ранний мел, альб [10], возраст продуктивной рудной минерализации от 96 до 102 млн лет [14])	102,3±1,8 до 106,6±1,7 млн лет (ранний мел, альб) [10, 16]	Позднемеловой (?)
Морфология рудных тел	Штокверковые зоны	Жилы, линейные штокверки	Линейные штокверки	Жилы, прожилки	Рудные зоны
Текстуры руд	Прожилковая, полосчатая, вкрапленная, брекчиевая	Прожилковая, вкрапленная, друзовая	Вкрапленная и прожилково-вкрапленная	Прожилково-вкрапленная, массивная	Вкрапленная, прожилково-вкрапленная, массивная
Жильные минералы	Кварц, турмалин, карбонат	Кварц, карбонат, турмалин (редко)	Кварц, карбонат, хлорит и турмалин	Кварц, карбонат и турмалин	Кварц, карбонат, реже турмалин

Важнейшие признаки	Месторождение				
	Болотистое	Криничное	Малиновское	Намовское	
	<p>Сульфиды и сульфосарсениты (арсенопирит, аллоклазит, глауколот, данаит, герсдорфит, пирит, халькопирит, пирротин, сфалерит, галенит, буланжерит).</p> <p>Висмутовые минералы: сульфотеллуриды (тетрадимит, протожозенг), теллуриды и самородные формы (теллуrowsмугит, цумоит, самородный висмут).</p> <p>Сульфоантимонииды (ульманнит).</p> <p>Сульфосоли: сульфосоли ($PbBiS_2$), самородное золото, лаурит-эриксманнит.</p>	<p>Сульфиды и сульфосарсениты (арсенопирит, халькопирит, галенит, сфалерит и молибденит редко).</p> <p>Висмутовые минералы: сульфотеллуриды (тетрадимит, жозенг А), теллуриды и самородные формы (теллуrowsмугит, самородный висмут).</p> <p>Сульфиды: (висмутин).</p> <p>Интерметаллиды самородные золото и серебро.</p>	<p>Сульфиды и сульфосарсениты (халькопирит, пирит, арсенопирит, глауколот, пирротин, сфалерит и галенит, молибденит).</p> <p>Висмутовые минералы: сульфотеллуриды, (группа жозента) теллуриды и самородные формы (хедлейт, самородный висмут).</p> <p>Сульфиды: (икунуолит, висмутин).</p> <p>Сульфосоли: сульфоантимонит меди (тетраэдрит), сложные $Pb-Bi-Sb$ соединения (кобеллит, лиллианит-густавит).</p> <p>Интерметаллиды (мальдонит); антимонииды (ауростибит).</p> <p>Прочие минералы: молибденит, самородное золото.</p>	<p>Сульфиды и сульфосарсениты (арсенопирит, данаит, пирит, халькопирит, пирротин, сфалерит и галенит).</p> <p>Минералы висмута: сульфотеллуриды и самородные формы (протожозенг, жозенг, сульфоцумоит и тетрадимит), теллуриды и самородные формы (хедлейт, пыльзенит, цумоит, самородный висмут).</p> <p>Сульфосоли: $Pb-Bi$ (козалит, лиллианит, каннифарит, галеновисмутит, нафильтит, ашамальмит) $Ag-Bi$ (матильдит), сульфиды: (висмутин, икунуолит)</p> <p>Минералы серебра: теллурид и хлорид (тессит и кераргирит), сульфид серебра (акантит).</p> <p>Интерметаллиды (мальдонит).</p> <p>Прочие минералы: самородное золото</p>	<p>Сульфиды (арсенопирит, пирит, халькопирит, пирротин, сфалерит и галенит).</p> <p>Висмутовые минералы: сульфотеллуриды и самородные формы (жозенг А, самородный висмут).</p> <p>Сульфосоли (висмутин).</p> <p>Рb-Bi-Ag: викиннит, эскимонт, сульфосоли $Ag_{10}PbBi_3OS_{51}$ маковичкит.</p> <p>Интерметаллиды (мальдонит).</p> <p>Прочие минералы: самородное золото</p>
Морфология зерен самородного золота	<p>Кристаллические формы (октаэдрические, удлиненные и уплощенные).</p> <p>Интерстициальные выделения</p>	<p>Кристаллы разноабиитусные (вытянутые индивиды).</p> <p>Интерстициальные выделения</p>	<p>Кристаллические формы (изометрические, удлиненные), интерстиционные выделения</p>	<p>Кристаллические формы (изометрические, удлиненные), интерстиционные выделения</p>	
Проба золота	740–800% 925–985%	550–720% 920–990%	Пресобладает 750–775% и 825–850%. Редко 620% и 960%.	Пресобладает 600–790%. Редко 980%	

Примечание. Данные по месторождению Болотистое из [4–6, 8, 9]; Криничное – [4, 28]; Малиновское – [10, 12–14]; Намовское – [10, 16]; Пасечное – [15].

гранитоидных свит, характеризующихся разным возрастом, составом и тектонической обстановкой. Готерив-сеноманский орогенный этап Сихотэ-Алиня связан со сдвиговым смещением раннепалеозойских континентальных блоков, последовательным деформированием юрских и раннемеловых террейнов и внедрением синорогенных известково-щелочно-магнезиальных (S- и I-типы) и железистых (А-тип) гранитоидов в синразломные бассейны сжатия и растяжения соответственно [44]. Появление золоторудных объектов с висмутовой минерализацией в ассоциации с медно-порфировыми объектами (Малиновское рудное поле) в Сихотэ-Алинском орогенном поясе обусловлено специфическим раннемеловым геодинамическим режимом (обстановка трансформной континентальной окраины) [14, 44, 46], связанным с изменениями вектора и скорости движения палеоокеанической плиты по отношению к континентальной окраине [16]. В то же время обоснование геодинамического режима для Болотистого, Криничного и Пасечного золоторудных объектов требует дополнительных прецизионных геохронологических исследований руд.

Выявленные характерные особенности изученных месторождений (см. таблицу) Малиновское, Намовское и Пасечное (геологическое строение, стадии минералообразования, типоморфные характеристики минералов, дисперсия пробности самородного золота, разнообразие минералов висмута, наличие сульфосолей свинца, сурьмы и серебра) свидетельствуют об их сходстве с золоторудными объектами Забайкалья (Дарасун, Средне-Голготайское) [47–49], а для месторождения Болотистое и Криничное (в том числе фактическим отсутствием висмутовых сульфосолей и преобладанием сульфотеллуридов и теллуридов висмута) – о близости к типичным золото-висмутовым месторождениям, связанным с гранитоидами Северо-Востока России [23–25].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Саядян Г.Р., Гоневчук В.Г., Герасимов Н.С., Хомич В.Г. Геологические и изотопно-геохимические обоснования возраста и последовательности формирования магматических образований Криничного золоторудного поля // Минералого-геохимические индикаторы рудоносности и петрогенезиса. Владивосток: Дальнаука, 1996. С. 93–105.
2. Уткин В.П., Саядян Г.Р., Хомич В.Г. Сдвиговой геодинамический режим как решающий фактор локализации меловых золотоносных рудно-магматических систем дунайско-окраинского горста (Южное Приморье) // Закономерности строения и эволюции геосфер: материалы IV Международного научного симпозиума. Хабаровск, 1998. С. 266–269.
3. Степаненко В.М., Замбрицкий А.И., Буряк В.А. Новый (Болотистый) золотоносный узел в Западно-Сихотэ-Алинском поясе – показатель развития молодого (эоценового) плутоногенного золотого оруденения россыпнеобразующей формации в этом поясе // Генезис месторождений золота и методы добычи благородных металлов. Благовещенск, 2001. С. 145.
4. Иванов В.В., Замбрицкий А.И., Молчанова Г.Б., Лотина А.А. Особенности минералогии золото-висмут-теллурического оруденения Сихотэ-Алиня // Современные проблемы металлогении. Ташкент, 2002. С. 176–178.
5. Иванов В.В., Колесова Л.Г., Лотина А.А. Минералы платиноидов в золотых россыпях западных отрогов Сихотэ-Алиня // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: материалы 16-й научной конф. Сыктывкар: Геопринт, 2007. С. 110–112.
6. Иванов В.В., Гребенникова А.А., Леснов С.В., Молчанова Г.Б. Находка минералов кобальта и никеля на Болотистом золоторудном месторождении // Никеленосные провинции Дальнего Востока: материалы конференции. Петропавловск-Камчатский, 2012. С. 54–55.
7. Сушкин Л.Б. Геология и золотоносность Болотистого рудного поля (Западный Сихотэ-Алинь) // Эндеогенное оруденение в подвижных поясах: материалы международной научной конференции. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2007. С. 176–180.
8. Лотина А.А. Золото-висмут-теллурическая минерализация участка Болотистого (Северо-Западный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеанская геология. 2011. Т. 30 (1). С. 97–107.
9. Гребенникова А.А. Самородное золото Право-Соолийского рудно-россыпного узла (Хабаровский край): типоморфные особенности как показатель связи в системе россыпь-коренной источник // Руды и металлы. 2013. № 1. С. 60–70.

10. Сахно В.Г., Степанов В.А., Гвоздев В.И., Доброшевский К.Н. Малиновская золоторудная магматическая система центрального Сихотэ-Алиня: геохронология, петрогеохимический состав и изотопная характеристика магматических комплексов (Приморье, Россия) // Докл. РАН. 2013. Т. 452 (1). С. 61–69. DOI: 10.7868/S0869565213260174
11. Степанов В.А., Бельченко Е.Л., Доброшевский К.Н., Гвоздев В.И. Малиновское золоторудное месторождение, Приморский край // Руды и металлы. 2013. № 3. С. 26–34.
12. Гвоздев В.И., Доброшевский К.Н., Вах А.С., Горячев Н.А., Степанов В.А., Федосеев Д.Г. Малиновское месторождение – новый тип золоторудной минерализации в Приморском крае, Россия (геология, минералогия, генезис) // Тихоокеанская геология. 2016. Т. 35 (1). С. 37–53. DOI: 10.30911/0207-4028-2021-40-3-28-40
13. Доброшевский К.Н., Гвоздев В.И., Шлыков С.А., Степанов В.А., Федосеев Д.Г. Вещественный состав и геохимические особенности руд Малиновского золоторудного месторождения (Приморский край) // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36 (5). С. 59–74.
14. Доброшевский К.Н., Горячев Н.А. О возрасте и геодинамических факторах формирования золотого оруднения Малиновского месторождения (Сихотэ-Алиньская золотоносная провинция, Россия) // Тихоокеанская геология. 2021. Т. 40 (3). С. 28–40. DOI: 10.30911/0207-4028-2021-40-3-28-40
15. Гребенникова А.А., Саядян Г.Р., Шлыков С.А. Новые данные по минералогии золоторудного месторождения Пасечное (Южный Сихотэ-Алинь) // Записки Российского минералогического общества. 2021. № 2. С. 1–14. DOI: 10.31857/S0869605521020064
16. Гребенникова А.А., Доброшевский К.Н., Вах А.С., Горячев Н.А., Хубанов В.Б. Геологическая позиция и золото-висмутовая минерализация месторождения Намовское (Южный Сихотэ-Алинь, ДВ России) // Тихоокеанская геология. 2023. Т. 42 (6). С. 96–117. DOI: 10.30911/0207-4028-2023-42-6-96-117
17. Ханчук А.И., Панченко И.В., Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и Сахалина в палеозое и мезозое. Владивосток: ДВО РАН, 1988. 55 с.
18. Ханчук А.И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2000. Вып. 1. С. 5–34.
19. Ханчук А.И., Иванов В.В. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруднение Дальнего Востока России // Геология и геофизика. 1999. Т. 40 (9). С. 1635–1645.
20. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 572 с.
21. Goryachev N.A., Pirajno F. Gold deposits and gold metallogeny of Far East Russia // Ore Geology Reviews. 2014. Vol. 59. P. 123–151. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2013.11.010.21
22. Grebennikov A.V., Khanchuk A.I., Gonevchuk V.G., Kovalenko S.V. Cretaceous and Paleogene granitoid suites of the Sikhote-Alin area (Far East Russia): geochemistry and tectonic implications // Lithos. 2016. Vol. 261. P. 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.12.020>
23. Гамянин Г.Н., Гончаров В.И., Горячев Н.А. Золото-редкометалльные месторождения Востока России // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17 (3). С. 94–103.
24. Горячев Н.А., Гамянин Г.Н. Золото-висмутовые (золото-редкометалльные) месторождения Северо-Востока России: типы и перспективы промышленного освоения // Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология: труды III Всероссийского симпозиума. Магадан, 2006. С. 50–62.
25. Vikent'eva O.V., Prokofiev V.Yu., Gamyayan G.N., Goryachev N.A., Bortnikov N.S. Intrusion-related gold-bismuth deposits of North-East Russia: PTX parameters and sources of hydrothermal fluids // Ore Geol. Rev. 2018. Vol. 102. P. 240–259. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2018.09.004
26. Ханчук А.И., Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция япономорского региона в мезозое // Вестник ДВО РАН. 2003. № 6. С. 94–108.
27. Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Основные геолого-генетические типы Забайкалья и Дальнего Востока России // Тихоокеанская геология, 2011. Т. 30 (1). С. 70–96.
28. Sayadyan G.R. Geology, magmatism and gold mineralization of South Primorye (the Askold strike-slip fault zone, Sergeevka terrane) // Metallogeny of the Pacific Northwest (Russian Far East). Tectonics, Magmatism and Metallogeny of Active Continental Margins: Interim IAGOD Conference Excursion Guidebook / eds. A.I. Khanchuk, V.G. Gonevchuk, R. Seltman. Vladivostok: Dalnauka Publ. House, 2004. P. 137–146.

29. Голозубов В.В., Ханчук А.И. Таухинский и Журавлевский террейны (Южный Сихотэ-Алинь) – фрагменты раннемеловой Азиатской окраины // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14 (2). С. 13–25.
30. Grebennikov A. V., Kasatkin S. A. Paleocene A-type igneous suites in the Sikhote-Alin (the East Asian continental margin): Petrological, geochronological, isotopic, and geodynamic constraints // *Geoscience Frontiers*. 2023. Vol. 14, Iss. 6. 101673. DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101673
31. Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Эйриш Л.В., Мельников А.В. Платиноносность Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2004. 176 с.
32. Эйриш Л.В. Металлогения золота Приморья (Приморский край, Россия). Хабаровск, 2003. 148 с.
33. Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 239 с.
34. Иванов Б.А. Центральный Сихотэ-Алинский разлом. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1972. 116 с.
35. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М.: Наука, 1989. 166 с.
36. Крук Н.Н., Голозубов В.В., Ханчук А.И., Александров И.А., Чащин А.А., Скляров Е.В. Интрузивные комплексы Сергеевского террейна – древнейшего блока Южного Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2018. 56 с.
37. Горшков Л.С., Николаева Л.А., Эпштейн Ю.А. Изменения золота при речном и морском россыпеобразовании на примере Хуалазинского золотоносного узла Южного Приморья // Геология и разведка. 1971. № 6. С. 54–60.
38. Иванов В.В., Леснов С.В., Гребенникова А.А., Зарубина Н.В. Новые возрастные датировки магматитов Болотистого рудно-россыпного поля (западный Сихотэ-Алинь) // Рудообразующие процессы: от генетических концепций к прогнозу и открытию новых рудных провинций и месторождений: материалы Всероссийской конференции. М.: ИГЕМ, 2013. С. 82.
39. Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А., Хорошилов В.Л., Чиненов В.А. Платиноносность золоторудных месторождений в черносланцевых толщах Северо-Востока: проблемы и перспективы // Платина России. Т. 2, Кн. 2. М.: Геоинформмарк, 1995. С. 156–161.
40. Горячев Н.А., Гамянин Г.Н., Бахарев А.Г. Золото РМС Северной Пацифики, тектонические условия их возникновения и развития // Геология и тектоника платформенных и орогенных областей Северо-Восточной Азии. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1999. С. 141–145.
41. Молчанов В.П., Моисеенко В.Г., Хомич В.Г., Горячев Н.А. Палладий-золото-редкометалльная минерализация Оемкинского рудного узла (Сихотэ-Алинь) // Докл. РАН. 2000. Т. 375 (4). С. 518–520.
42. Эйриш Л.В., Степанов В.А. Платиноносность Дальнего Востока: районирование, закономерности, проблемы // Тихоокеанская геология. 2002. Т. 21 (3). С. 27–39.
43. Молчанов В.П., Медведев Е.И., Саядян Г.Р. Новые данные о минералогии россыпей Криничного узла (Приморский край) // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов восточной Азии: материалы Второй всероссийской конф. Благовещенск, 2012. С. 108–109.
44. Ханчук А.И., Гребенников А.В., Иванов В.В. Альб-сеноманские окраинно-континентальный орогенный пояс и магматическая провинция Тихоокеанской Азии // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38, № 3. С. 4–37. DOI: 10.30911/0207-4028-2018-38-3-4-37
45. Уткин В.П., Митрохин А.Н., Неволин П.Л., Саядян Г.Р., Сорокин Б.К. Структурно-геодинамический фактор в распределении золотой минерализации южного Приморья // Докл. РАН. 2004. Т. 394 (5). С. 654–658.
46. Диденко А.Н., Ханчук А.И. Смена геодинамических обстановок в зоне перехода Тихий океан – Евразия в конце раннего мела // Докл. РАН. 2019. Т. 489 (4). С. 405–408. DOI: 10.1134/S1028334X19080026
47. Гвоздев В.И., Гребенникова А.А., Вах А.С., Горячев Н.А., Федосеев Д.Г. Эволюция процессов минералообразования при формировании золото-редкометалльных руд Средне-Голготайского месторождения (Восточное Забайкалье) // Тихоокеанская геология. 2020. Т. 39 (1). С. 70–91. DOI: 10.30911/0207-4028-2020-39-1-70-91
48. Тимофеевский Д.А. Геология и минералогия Дарасунского золоторудного района // Тр. ЦНИГРИ. М.: Недра, 1972. Вып. 98. 259 с.
49. Goryachev N. A., Borisenko A. S., Vakh A. S., Dril S. I., Gvozdev V. I., Efremov S. V., Spiridonov A. M., Grebennikova A. A., Dobroshevsky K. N. Gold mineralization of large suture zones (on the ex-

ample of the Mongolo-Okhotsk and Sikhote-Alin orogenic belts, Southeast Russia) // ASEAN Geosciences and Earth Resources for Sustainable Development: 15th Regional Congr. on Geology, Mineral and Energy Resources of Southeast Asia. October 16–17, 2018. Hanoi: GEOSEA, 2018. P. 367–368.

REFERENCES

1. Sayadyan G.R., Gonevchuk V.G., Gerasimov N.S., Khomich V.G. Geologicheskie i izotopno-geokhimicheskie obosnovaniya vozrasta i posledovatel'nosti formirovaniya magmatischenkikh obrazovaniy Krinichnogo zolotorudnogo polya. In: *Mineralogo-geokhimicheskie indikatory rudonosnosti i petrogenezisa*. Vladivostok: Dal'nauka; 1996. S. 93–105. (In Russ.).
2. Utkin V.P., Sayadyan G.R., Khomich V.G. Sdvigovyy geodinamicheskij rezhim kak reshayushchij faktor lokalizatsii melovykh zolotonosnykh rudno-magmatischenkikh sistem dunajsko-okrainskogo gorsta (Yuzhnoe Primor'e). In: *Zakonomernosti stroeniya i ehvolyucii geosfer: Materialy IV mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma*. Khabarovsk; 1998. S. 266–269. (In Russ.).
3. Stepanenko V.M., Zambrzhickij A.I., Buryak V.A. Novyj (Bolotistyj) zolotonosnyj uzal v Zapadno-Sikhoteh-Alinskom poyase – pokazatel' razvitiya molodogo (ehocenovogo) plutonogenno zolotogo orudneniya rossypeobrazuyushchej formatsii v ehtom poyase. In: *Genezis mestorozhdenij zolota i metody dobychi blagorodnykh metallov*. Blagoveshchensk; 2001. S. 145. (In Russ.).
4. Ivanov V.V., Zambrzhickij A.I., Molchanova G.B., Lotina A.A. Osobennosti mineralogii zoloto-vismut-tellurovogo orudneniya Sikhoteh-Alinya. In: *Sovremennye problemy metallogenii*. Tashkent; 2002. S. 176–178. (In Russ.).
5. Ivanov V.V., Kolesova L.G., Lotina A.A. Mineraly platinoidov v zolytykh rossypyakh zapadnykh otrogov Sikhoteh-Alinya. In: *Struktura, veshchestvo, istoriya litosfery Timano-Severoural'skogo segmenta: Materialy 16-j nauchnoj konferencii*. Syktyvkar: Geoprint; 2007. S. 110–112. (In Russ.).
6. Ivanov V.V., Grebennikova A.A., Lesnov S.V., Molchanova G.B. Nakhodka mineralov kobal'ta i nikelya na Bolotistom zolotorudnom mestorozhdenii. In: *Nikelenosnye provincii Dal'nego Vostoka: Materialy konferencii*. Petropavlovsk-Kamchatskij; 2012. S. 54–55. (In Russ.).
7. Sushkin L.B. Geologiya i zolotonosnost' Bolotistogo rudnogo polya (Zapadnyj Sikhoteh-Alin'). In: *Ehndogennoe orudnenie v podvizhnykh poyasakh.: Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii*. Ekaterinburg: IGIG Uro RAN; 2007. S. 176–180. (In Russ.).
8. Lotina A.A. Zoloto-vismut-tellurovaya mineralizatsiya uchastka Bolotistogo (Severo-Zapadnyj Sikhoteh-Alin'). *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2011;30(1):97–107. (In Russ.).
9. Grebennikova A.A. Samorodnoe zoloto Pravo-Soolijskogo rudno-rossypnogo uzla (Khabarovskij kraj): tipomorfnye osobennosti kak pokazatel' svyazi v sisteme rossyp'-korennoj istochnik. *Rudy i Metally*. 2013;(1):60–70. (In Russ.).
10. Sakhno V.G., Stepanov V.A., Gvozdev V.I., Dobroshevskij K.N. Malinovskaya zolotorudnaya magmatischenkaya sistema central'nogo Sikhoteh-Alinya: geokhronologiya, petrogeokhimicheskij sostav i izotopnaya kharakteristika magmatischenkikh kompleksov (Primor'e, Rossiya). *Doklady Akademii Nauk*. 2013;452(1):61–69. (In Russ.). DOI: 10.7868/S0869565213260174
11. Stepanov V.A., Bel'chenko E.L., Dobroshevskij K.N., Gvozdev V.I. Malinovskoe zolotorudnoe mestorozhdenie, Primorskij kraj. *Rudy i Metally*. 2013;(3):26–34. (In Russ.).
12. Gvozdev V.I., Dobroshevskij K.N., Vakh A.S., Goryachev N.A., Stepanov V.A., Fedoseev D.G. Malinovskoe mestorozhdenie – novyj tip zolotorudnoj mineralizatsii v Primorskom krae, Rossiya (geologiya, mineralogiya, genezis). *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2016;35(1):37–53. (In Russ.). DOI: 10.1134/S1819714016010048
13. Dobroshevskij K.N., Gvozdev V.I., Shlykov S.A., Stepanov V.A., Fedoseev D.G. Veshchestvennyj sostav i geokhimicheskie osobennosti rud Malinovskogo zolotorudnogo mestorozhdeniya (Primorskij kraj). *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2017;36(5):59–74. (In Russ.).
14. Dobroshevskij K.N., Goryachev N.A. O vozraste i geodinamicheskikh faktorakh formirovaniya zolotogo orudneniya Malinovskogo mestorozhdeniya (Sikhoteh-Alin'skaya zolotonosnaya provinciya, Rossiya). *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2021;40(3):28–40. (In Russ.).
15. Grebennikova A.A., Sayadyan G.R., Shlykov S.A. Novye dannye po mineralogii zolotorudnogo mestorozhdeniya Pasechnoe (Yuzhnyj Sikhoteh-Alin'). *Zapiski Rossijskogo Mineralogicheskogo Obshchestva*. 2021;(2):1–14. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0869605521020064

16. Grebennikova A. A., Dobroshevskij K. N., Vakh A. S., Goryachev N. A., Khubanov V. B. Geologicheskaya pozitsiya i zoloto-vismutovaya mineralizatsiya mestorozhdeniya Namovskoe (Yuzhnyj Sikhoteh-Alin', DV Rossii). *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2023;42(6):96–117. DOI: 10.1134/S1819714023060040
17. Khanchuk A. I., Panchenko I. V., Kemkin I. V. Geodinamicheskaya ehvolyutsiya Sikhoteh-Alinya i Sakhalina v paleozoe i mezozoe. Vladivostok: DVO RAN; 1988. 55 s. (In Russ.).
18. Khanchuk A. I. Paleogeodinamicheskij analiz formirovaniya rudnykh mestorozhdenij Dal'nego Vostoka Rossii. *Rudnye mestorozhdeniya kontinental'nykh okrain*. Vladivostok: Dal'nauka; 2000. T. 1. S. 5–34. (In Russ.).
19. Khanchuk A. I., Ivanov V. V. Mezo-kajnozoijskie geodinamicheskie obstanovki i zolotoe orudnenie Dal'nego Vostoka Rossii. *Geologiya i Geofizika*. 1999;40(9):1635–1645. (In Russ.).
20. Khanchuk A. I. (ed.). Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii. Vladivostok: Dal'nauka; 2006. T. 1. 572 s. (In Russ.).
21. Goryachev N. A., Pirajno F. Gold deposits and gold metallogeny of Far East Russia. *Ore Geology Reviews*. 2014;(59):123–151. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2013.11.010
22. Grebennikov A. V., Khanchuk A. I., Gonevchuk V. G., Kovalenko S. V. Cretaceous and Paleogene granitoid suites of the Sikhote-Alin area (Far East Russia): geochemistry and tectonic implications. *Lithos*. 2016;(261):250–261. DOI: 10.1016/j.lithos.2015.12.020
23. Gamyanin G. N., Goncharov V. I., Goryachev N. A. Zoloto-redkometall'nye mestorozhdeniya Vostoka Rossii. *Tikhookeanskaya Geologiya*. 1998;17(3):94–103. (In Russ.).
24. Goryachev N. A., Gamyanin G. N. Zoloto-vismutovye (zoloto-redkometall'nye) mestorozhdeniya Severo-Vostoka Rossii: tipy i perspektivy promyshlennogo osvoeniya. In: *Zoloto Sibiri i Dal'nego Vostoka: geologiya, geokhimiya, tekhnologiya, ehkonomika, ehkologiya*: Trudy III Vserossijskogo simpoziuma. Magadan; 2006. S. 50–62. (In Russ.).
25. Vikent'eva O. V., Prokofiev V. Yu., Gamyanin G. N., Goryachev N. A., Bortnikov N. S. Intrusion-related gold-bismuth deposits of North-East Russia: PTX parameters and sources of hydrothermal fluids. *Ore Geol. Rev.* 2018;102:240–259. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2018.09.004
26. Khanchuk A. I., Kemkin I. V. Geodinamicheskaya ehvolyutsiya yaponomorskogo regiona v mezozoe. *Vestnik of the FEB RAS*. 2003;(6):94–108. (In Russ.).
27. Khomich V. G., Boriskina N. G. Osnovnye geologo-geneticheskie tipy Zabajkal'ya i Dal'nego Vostoka Rossii. *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2011;30(1):70–96. (In Russ.).
28. Sayadyan G. R. Geology, magmatism and gold mineralization of South Primorye (the Askold strike-slip fault zone, Sergeevka terrane). In: *Metallogeny of the Pacific Northwest (Russian Far East). Tectonics, Magmatism and Metallogeny of Active Continental Margins*: Interim IAGOD Conference Excursion Guidebook. Vladivostok: Dal'nauka Publ. House; 2004. S. 137–146.
29. Golozubov V. V., Khanchuk A. I. Taukhinskij i Zhuravlevskij terrejny (Yuzhnyj Sikhoteh-Alin'): fragmenty rannemelovoj Aziatskoj okrainy. *Tikhookeanskaya Geologiya*. 1995;14(2):13–25. (In Russ.).
30. Grebennikov A. V., Kasatkin S. A. Paleocene A-type igneous suites in the Sikhote-Alin (the East Asian continental margin): Petrological, geochronological, isotopic, and geodynamic constraints. *Geoscience Frontiers*. 2023;14(6). 101673. DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101673
31. Moiseenko V. G., Stepanov V. A., Ehjrish L. V., Mel'nikov A. V. Platinonosnost' Dal'nego Vostoka. Vladivostok: Dal'nauka; 2004. 176 s. (In Russ.).
32. Ehjrish L. V. Metallogeniya zolota Primor'ya (Primorskij kraj, Rossiya). Khabarovsk; 2003. 148 s. (In Russ.).
33. Golozubov V. V. Tektonika yurskikh i nizhnemelovykh kompleksov severo-zapadnogo obramleniya Tikhogo okeana. Vladivostok: Dal'nauka; 2006. 239 s. (In Russ.).
34. Ivanov B. A. Central'nyj Sikhoteh-Alinskij razlom. Vladivostok: Dal'nevost. kn. izd-vo; 1972. 116 s. (In Russ.).
35. Utkin V. P. Sdvigovye dislokacii, magmatizm i rudoobrazovanie. M.: Nauka; 1989. 166 s. (In Russ.).
36. Kruk N. N., Golozubov V. V., Khanchuk A. I., Aleksandrov I. A., Chashchin A. A., Sklyarov E. V. Intruzivnye komplekсы Sergeevskogo terrejna – drevnejshogo bloka Yuzhnogo Primor'ya. Vladivostok: Dal'nauka; 2018. 56 s. (In Russ.).
37. Gorshkov L. S., Nikolaeva L. A., Ehpshitejn Yu. A. Izmeneniya zolota pri rechnom i morskome rosypobrazovanii na primere Khualazinskogo zolotonosnogo uzla Yuzhnogo Primor'ya. *Geologiya i Razvedka*. 1971;(6):54–60. (In Russ.).
38. Ivanov V. V., Lesnov S. V., Grebennikova A. A., Zarubina N. V. Novye vozrastnye datirovki magmatitov Bolotistogo rudno-rossypnogo polya (zapadnyj Sikhoteh-Alin'). In: *Rudoobrazuyushchie processy*:

ot geneticheskikh koncepcij k prognozu i otkrytiyu novykh rudnykh provincij i mestorozhdenij: Materialy Vserossijskoj konferencii. M.: IGEM; 2013. S. 82. (In Russ.).

39. Goncharov V.I., Voroshin S.V., Sidorov V.A., Khoroshilov V.L., Chinenov V.A. Platinonosnost' zolotorudnykh mestorozhdenij v chernoslancevykh tolshchakh Severo-Vostoka: problemy i perspektivy. In: *Platina Rossii*. M.: Geoinformmark; 1995. T. 2, kn. 2. S. 156–161. (In Russ.).

40. Goryachev N.A., Gamyarin G.N., Bakharev A.G. Zoloto RMS Severnoj Pacifiki, tektonicheskie usloviya ikh voznikoveniya i razvitiya. Geologiya i tektonika platformnykh i orogennykh oblastej Severo-Vostochnoj Azii. Yakutsk: YANC SO RAN; 1999. S. 141–145. (In Russ.).

41. Molchanov V.P., Moiseenko V.G., Khomich V.G., Goryachev N.A. Palladij-zoloto-redkometall'naya mineralizaciya Oemkinskogo rudnogo uzla (Sikhoteh-Alin'). *Doklady Akademii Nauk*. 2000;375(4):518–520. (In Russ.).

42. Ehjrish L.V., Stepanov V.A. Platinonosnost' Dal'nego Vostoka: rajonirovanie, zakonomernosti, problemy. *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2002;21(3):27–39. (In Russ.).

43. Molchanov V.P., Medvedev E.I., Sayadyan G.R. Novye dannye o mineralogii rossypej Krinichnogo uzla (Primorskij kraj). In: *Voprosy geologii i kompleksnogo osvoeniya prirodnykh resursov vostochnoj Azii: Materialy Vtoroj vserossijskoj konferencii*. Blagoveshchensk; 2012. S. 108–109. (In Russ.).

44. Khanchuk A.I., Grebennikov A.V., Ivanov V.V. Al'b-senomanskije okrainno-kontinental'nyj orogennyj pojas i magmaticheskaya provinciya Tikhookeanskoj Azii. *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2019;38(3):4–37. (In Russ.). DOI: 10.30911/0207-4028-2019-38-3-4-29

45. Utkin V.P., Mitrokhin A.N., Nevolin P.L., Sayadyan G.R., Sorokin B.K. Strukturno-geodinamicheskij faktor v raspredelenii zolotoj mineralizacii yuzhnogo Primor'ya. *Doklady Akademii Nauk*. 2004;394(5):654–658. (In Russ.).

46. Didenko A.N., Khanchuk A.I. Smena geodinamicheskikh obstanovok v zone perekhoda Tikhij okean – Evraziya v konce rannego mela. *Doklady Akademii Nauk*. 2019;489(4):405–408. DOI: 10.1134/S1028334KH19080026

47. Gvozdev V.I., Grebennikova A.A., Vakh A.S., Goryachev N.A., Fedoseev D.G. Ehvolyciya processov mineraloobrazovaniya pri formirovanii zoloto-redkometall'nykh rud Sredne-Golgotajskogo mestorozhdeniya (Vostochnoe Zabajkal'e). *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2020;39(1):66–86. DOI: 10.1134/S1819714020010054

48. Timofeevskij D.A. Geologiya i mineralogiya Darasunskogo zolotorudnogo rajona. In: *Tr: CNIGRI*. M.: Nedra; 1972; Vyp. 98. 259 s. (In Russ.).

49. Goryachev N.A., Borisenko A.S., Vakh A.S., Dril S.I., Gvozdev V.I., Efremov S.V., Spiridonov A.M., Grebennikova A.A., Dobroshevsky K.N. Gold mineralization of large suture zones (on the example of the Mongolo-Okhotsk and Sikhote-Alin orogenic belts, Southeast Russia). *ASEAN Geosciences and Earth Resources for Sustainable Development: 15th Regional Congr. on Geology, Mineral and Energy Resources of Southeast Asia*. Hanoi: GEOSEA; 2018. P. 367–368.