

Прогнозно-поисковая модель золоторудных объектов Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла как основа для выделения перспективных площадей в пределах Малоуральского вулcano-плутонического пояса Полярного Урала и обоснования постановки на них поисковых работ

Forecast-exploration model of gold deposits of the Toupugol-Khanmeishor ore cluster as a basis for identification of promising areas for geological exploration within the Malyi Ural volcano-plutonic belt in the Polar Urals

Андреев А. В.

Andreev A. V.

Разработана и актуализирована прогнозно-поисковая модель золоторудных объектов Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла, которая использована для обоснования постановки поисковых работ в пределах перспективных площадей Малоуральского вулcano-плутонического пояса (ВПП) Полярного Урала. В результате проведённых исследований, наиболее перспективными для дальнейших поисковых работ на рудное золото различных структурно-вещественных типов (субформаций) золото-сульфидно-кварцевой формации считаются Манюкюуский и Кокпельский потенциальные рудные узлы в составе комплексного Таньюско-Лагортинского рудного района южной части Малоуральского ВПП.

Ключевые слова: Полярный Урал, Малоуральский вулcano-плутонический пояс, Тоупугол-Ханмейшорский рудный узел, Таньюско-Лагортинский рудный район, золото-сульфидно-кварцевая формация, структурно-вещественные типы – золото-скарновый, золото-сульфидно-кварцевый, золото-порфировый, прогнозно-поисковая модель.

A forecast-exploration model of gold deposits of the Toupugol-Khanmeishor ore cluster was developed, which made it possible to recommend geological exploration within other promising areas of the Malyi Ural volcano-plutonic belt (VPB) in the Polar Urals. The studies have demonstrated that the Manyukuyu and Kokpela potential ore clusters of the Tan'yu-Lagorta complex ore district in the southern Malyi Ural VPB represent the most promising targets for the further prospecting for lode gold mineralization assigned to various structural-compositional subtypes of the gold-sulfide-quartz mineral type.

Keywords: Polar Urals, Malyi Ural volcano-plutonic belt, Toupugol-Khanmeishor ore cluster, Tan'yu-Lagorta ore district, gold-sulfide-quartz formation, structural-compositional types of gold mineralization (skarn-related gold, gold-sulfide-quartz, and porphyry gold types), forecast-exploration model.

Для цитирования: Андреев А. В. Прогнозно-поисковая модель золоторудных объектов Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла как основа для выделения перспективных площадей в пределах Малоуральского вулcano-плутонического пояса Полярного Урала и обоснования постановки на них поисковых работ. Руды и металлы. 2021. № 2. С. 6–24. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10008.

For citation: Andreev A. V. Forecast-exploration model of gold deposits of the Toupugol-Khanmeishor ore cluster as a basis for identification of promising areas for geological exploration within the Malyi Ural volcano-plutonic belt in the Polar Urals. Ores and metals, 2021, № 2, pp. 6–24. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10008.



Пик интереса к изучению коренной золотоносности Полярного Урала пришёлся на конец 1990-х – 2000-е годы в связи с планами по реализации социально-экономического проекта «Урал Промышленный – Урал Полярный» («УПУП»). За полтора десятилетия на территории региона был проведён существенный объём работ по геологическому изучению перспективных площадей и поискам коренных месторождений меди и золота. Наибольшие успехи в отношении выявления коренных золоторудных объектов достигнуты в пределах Малоуральской структурно-формационной подзоны (СФЗП) Войкарской структурно-формационной (металлогенической) зоны (СФЗ) восточного склона Полярного Урала (Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО)). В пределах Малоуральской СФЗП с участием автора был описан и в разной степени изучен ряд перспективных площадей, приуроченных к образованиям вулкано-плутонической ассоциации (ВПА) силурийско-девонского Малоуральского вулкано-плутонического пояса (рис. 1).

В ходе этих работ наиболее исследован Тоупугол-Ханмейшорский золоторудный узел на северном замыкании Малоуральского ВПП (работы ОАО «ПУГГП», АО «Ямалзолото», ОАО «ЯГК», ООО «Ямалгео», ЦНИГРИ, ИМГРЭ, ООО «НПП Геосфера» и др.), где были обнаружены и разведаны месторождения золото-сульфидно-кварцевой рудной формации Новогоднее-Монто и Петропавловское с суммарными запасами золота кат. $C_1 + C_2$ – 20,2 т и прогнозными ресурсами кат. P_1 – 24 т (Peter Hambro Mining Plc. Annual Report and Accounts, 2008). Особенность выявленных золоторудных объектов – пространственное сочетание в пределах каждого из них в различных соотношениях нескольких структурно-вещественных типов (субформаций) золото-сульфидно-кварцевой формации [7]: золото-скарнового, золото-порфирирового и золото-сульфидно-кварцевого, подробно охарактеризованных в предыдущих публикациях [1 и др.].

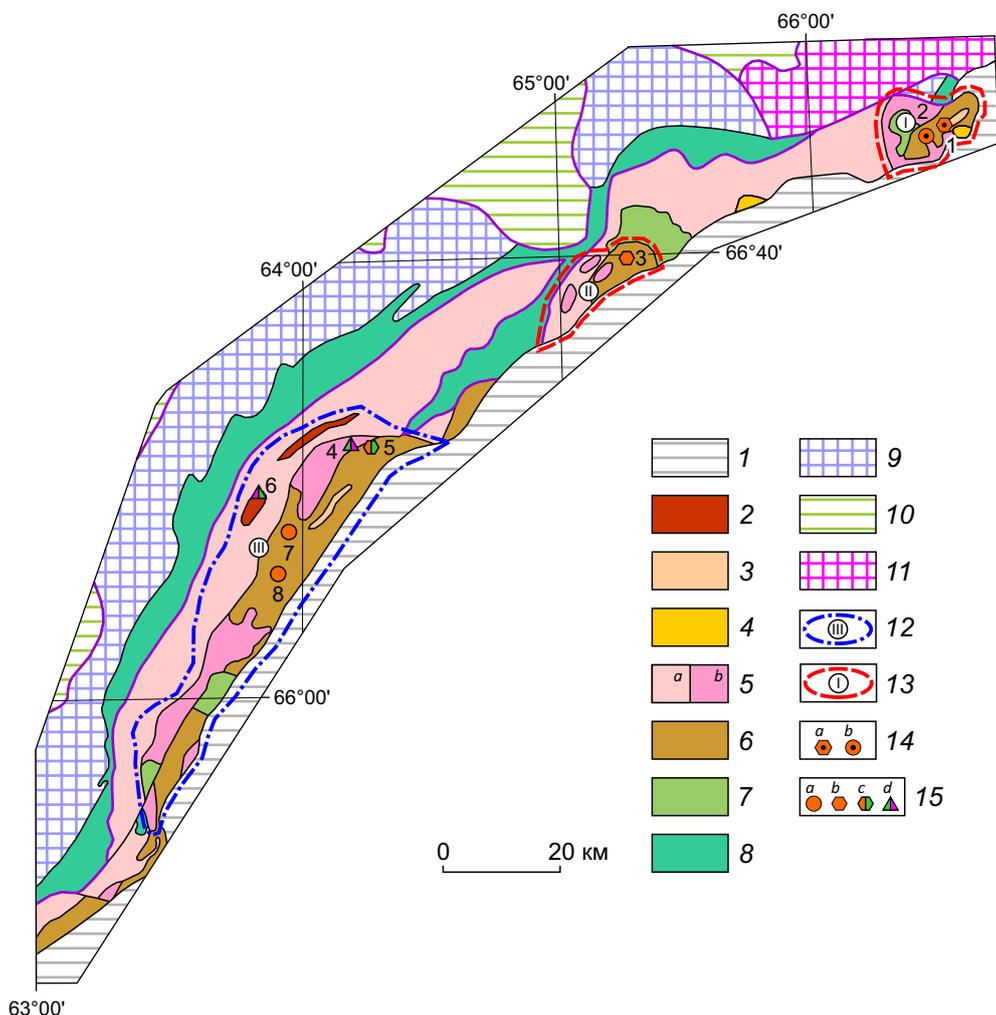
Разработанные ранее в ЦНИГРИ предварительные геолого-поисковые модели месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское, основанные на результатах работ различного

профиля вышеназванных организаций, применялись как при поисковых работах в пределах Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла (А. Н. Бординов и др., 2005 г.), так и при тематических и поисковых работах в южных районах Малоуральского ВПП: ЦНИГРИ (А. Г. Волчков и др., 2004 г., 2007 г.; Н. М. Риндзюнская и др., 2004 г.), ООО «Ямалгео» (А. Е. Степанов и др., 2007 г.), ОАО «ПУГГП» (И. З. Галиуллин и др., 2009 г.), ИМГРЭ (Р. А. Терентьев и др., 2009 г., 2012 г.), ОАО «ЯГК» (А. А. Шлома и др., 2011 г.). Проведённые работы позволили установить новые золоторудные проявления и высоко оценить потенциал всего Малоуральского ВПП на возможность обнаружения промышленно значимых золоторудных объектов [2–5 и др.].

В начале 2010-х гг. интерес к рудным объектам Полярно-Уральского региона резко снизился, месторождения Новогоднее-Монто и Петропавловское были заморожены на стадии подготовки к освоению, а дальнейшее изучение перспектив выявления новых золоторудных объектов Полярного Урала было практически прекращено.

Необходимость возобновления поисков и освоения коренных месторождений полезных ископаемых и, в первую очередь, развития минерально-сырьевой базы золота на Полярном Урале вновь была обозначена государственной программой «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» (постановление Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366) и Указом Президента РФ № 164 от 5 марта 2020 г. «Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года». Указанные документы предполагают наращивание за счёт государственного и частного финансирования объёмов геологоразведочных работ (ГРР), которые будут способствовать развитию ресурсной базы полезных ископаемых Арктической зоны и, соответственно, повышению инвестиционной привлекательности расположенных в её пределах регионов, к которым относятся и ЯНАО.

Несмотря на огромное стратегическое значение Ямальского региона в отношении природного газа и нефти, задача по «воспроизвод-



ству и использованию природных ресурсов», обозначенная указанными документами, определяет целесообразность постановки новых поисковых работ на твёрдые полезные ископаемые, прежде всего, на коренное золото. В связи с этим возникла необходимость уточнения и актуализации ранее созданных геолого-поисковых (прогнозно-поисковых) моделей золоторудных объектов для современных требований и условий проведения ГРР.

Обширный материал, полученный автором при изучении объектов Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла и других районов Полярного Урала, послужил основой для разработки актуализированной прогнозно-поисковой модели золоторудных объектов Малоуральского ВПП, которая позволяет выделять новые перспектив-

ные площади для постановки поисковых работ, повышать эффективность их проведения и достоверность оценки выявляемых объектов.

В качестве основных элементов прогнозно-поисковой модели в соответствии с принятыми методическими требованиями [7] автором определены поисковые критерии и признаки, сгруппированные в следующий ряд.

Формационные. Рудообразование в пределах Малоуральского ВПП тесно связано со становлением интрузивных массивов собского комплекса (D_{1-2}) габбро-диорит-тоналит-плагиогранитовой формации, образующей с базальт-андезитовой вулканогенно-терригенно-карбонатной формацией (S_2-D_1) продуктивную ВПА рассматриваемого ВПП. Породы ВПА в свою очередь являются и основными рудовме-

Рис. 1. Схема расположения перспективных площадей в пределах Малоуральского ВПП:

1 – осадочный чехол Западно-Сибирской плиты (MZ–KZ); интрузивные и стратифицированные комплексы Войкарской СФЗ: Малоуральской СФПЗ (2 – гранодиорит-гранитовый D_3 (янаслорский комплекс), 3 – терригенно-карбонатные (D_{2-3}), 4 – монцогаббро-монцодиоритовый (D_{2-3}) (конгорский комплекс), продуктивной ВПА Малоуральского ВПП (5 – а – габбро-диорит-тоналит-плагиогранитовый (D_{1-2}) (собский комплекс), б – то же – потенциально рудоносные гипабиссальные фации, 6 – базальт-андезибазальтовые вулканогенно-осадочные (S_2 – D_2) с рифогенными известняками в разрезе), 7 – базальтоидные и флишоидные (O_3 – S_1) основания ВПП) Райизско-Войкарской СФПЗ (8 – габбро-гипербазитовый (O_{2-3}) (кэршорский комплекс), 9 – гипербазитовый (O_{1-2}) (райизско-войкарский комплекс)), 10 – разновозрастные (R–C) сланцевые и вулканогенно-осадочные комплексы Зилаиро-Лемвинской СФЗ; 11 – метаморфические комплексы (PR–C) Харбейско-Марункеуской СФЗ; контуры золоторудных и потенциально-золоторудных районов (12) и уз-лов (13): Топугол-Ханмейшорский (I), Нижнехараматолоуский (II), Таньюско-Лагортинский (III); 14 – золоторудные месторождения с ведущей ролью золото-скарнового (а), золото-порфирирового и золото-сульфидно-кварцевого (б) типов оруденения; 15 – значимые рудопоявления золото-сульфидно-кварцевого (а), золото-скарнового (б), золото-медно-скарнового (с), молибден-медно-порфирирового (д) типов; цифрами отмечены месторождения и рудопоявления: 1 – Новогоднее-Монто, 2 – Петропавловское, 3 – 1-я Рудная Горка, 4 – Осеннее, 5 – 3-я Рудная Горка, 6 – Янаслоское, 7 – уч. 1-й Колчеданный, 8 – Полярная Надежда

Fig. 1. Schematic map showing distribution of promising areas within the Malyy Ural VPB:

1 – sedimentary cover of the West Siberian plate (MZ–KZ); 2–9 – intrusive and stratified sequences of the Voikar structural-formational zone (SFZ): 2–7 – of the Malyy Ural structural-formational subzone (SFSZ): 2 – granodiorite-granite D_3 (Yanaslor complex), 3 – terrigenous-carbonate D_{2-3} , 4 – monzogabbro-monzodiorite D_{2-3} (Kongor complex), 5, 6 – productive VPA of Malyy Ural volcano-plutonic belt (VPB): 5 – gabbro-diorite-tonalite-plagiogranite D_{1-2} (Sob' complex) (a – undivided, b – potentially ore-bearing hypabyssal facies), 6 – basalt-andesibasalt volcanosedimentary S_2 – D_2 , interbedded with reef limestones, 7 – basaltoid and flyschoid formations O_3 – S_1 of the VPB basement, 8, 9 – of the Rayiz-Voikar SFSZ: 8 – gabbro-ultrabasic O_{2-3} (Kershor complex), 9 – ultrabasic O_{1-2} (Rayiz-Voikar complex), 10 – schistose and volcanosedimentary sequences various in age (R–C) of the Zilair-Lemva SFZ; 11 – metamorphic sequences (PR–C) of the Kharbei-Marunkeu SFZ; contours of the gold-bearing and potentially gold-bearing ore districts (12) and clusters (13): (I) Toupugol-Khanmeishor, (II) Lower Kharamatolou, and (III) Tan'yu-Lagorta; 14 – lode gold deposits dominated by (a) skarn-related gold and (b) porphyry gold and gold-sulfide-quartz mineralization types; 15 – significant gold occurrences of the (a) gold-sulfide-quartz, (b) skarn-related gold, (c) gold-copper skarn, and (d) porphyry molybdenum-copper types; the figures indicate the gold deposits and occurrences: 1 – Novogodnee-Monto, 2 – Petropavlovskoe, 3 – 1st Rudnaya Gorka, 4 – Osennee, 5 – 3rd Rudnaya Gorka, 6 – Yanaslorskoe, 7 – 1st Kolchedannyi, 8 – Polyarnaya Nadezhda

щающими образованиями. Перекрывающими могут выступать образования трахиандезит-трахириолитовой (D_{1-2}) и терригенно-карбонатной (D_{2-3}) формаций, прорывающими – габбро-монцодиоритовой (D_{2-3}) и габбро-долеритовой (D_3 –T), подстилающими – недифференцированной базальтовой (O_{2-3}) и флишоидной (O_3 – S_1). Наличие и масштабы проявленности тех или иных перечисленных образований в пределах прогнозных площадей могут указывать в том числе на степень эродированности продуктивных рудно-магматических систем.

Литолого-петрологические. Формирование золотого оруденения связано с этапом станов-

ления гипабиссальных фаз собского комплекса. Для рудных объектов характерно присутствие штоков и поясов даек диоритов, кварцевых диоритов и их порфирировых разностей, сопровождающих и контролирующих оруденение.

Структурные. В масштабе рудного узла данная группа критериев и признаков отражена интрузивно-купольным поднятием гранитоидов собского комплекса, осложнённым локальными тектоно-магматическими депрессиями, выполненными среднепалеозойскими вулканогенно-осадочными породами. Депрессии, в свою очередь, осложнены локальными плутогенными поднятиями, которые соот-

ветствуют золоторудным полям и выражены сериями штокообразных выступов гранитоидов, телами гипабиссальных пород порфировых фаз, а также разновозрастными пострудными интрузивными штоками и дайками. Золоторудные объекты располагаются в интенсивно тектонически дислоцированных экзоконтактовых и надынтрузивных частях локальных выступов гранитоидов, осложнённых апофизами, поясами разновозрастных даек, флексуорообразными складками, субвертикальными зонами трещиноватости и рассланцевания.

Метасоматические. Разнотипное золотое оруденение сопровождается полями гидротермальных изменений пород различной интенсивности – известковыми скарнами с магнетитовыми залежами, хлорит-альбитовыми и альбитовыми метасоматитами, зонами кварц-хлорит-кальцит-серицитовых метасоматитов (березитов) с кварцевыми прожилками и жилами.

Рудно-минералогические. Характерно пространственное сочетание в пределах единого месторождения в различных соотношениях нескольких структурно-вещественных типов золотого оруденения: «ранних» – золото-сульфидно-магнетитового в ассоциации со скарнами, золото-сульфидного штокверкового (порфирового) в хлорит-альбитовых метасоматитах и «позднего» – золото-сульфидно-кварцевого жильно-прожилкового в зонах березитов. Масштабы проявления названных типов на конкретных объектах обусловлены как особенностями геологического строения, так и закономерностями формирования золотого оруденения во времени. Так, в пределах месторождения Новогоднее-Монто (новогодненский тип золотого оруденения) на ранней стадии рудообразования сформированы золото-сульфидно-магнетитовые руды (золото-скарновый тип), возникновение которых обусловлено наличием карбонатных и карбонатсодержащих пород, вовлечённых в рудный процесс, на поздней стадии – зоны березитов с золото-сульфидно-кварцевыми рудами. В пределах месторождения Петропавловское (петропавловский тип) ранняя стадия рудообразования представлена прожилково-вкрапленными золото-сульфидными рудами в хлорит-альбитовых метасомати-

тах, образованными в связи с формированием порфировых интрузий (золото-порфировый тип), а поздняя стадия – также зонами березитов с минерализацией золото-сульфидно-кварцевого типа. Выделенные типы руд отличаются, в первую очередь, набором минеральных ассоциаций и условиями образования золотой минерализации [1]. Совмещение в пространстве «ранних» и «поздних» типов оруденения может обеспечить большую продуктивность золоторудных объектов, что обусловлено более длительным развитием рудного процесса. При этом оруденение «ранних» стадий для рассматриваемых месторождений является основным концентратором золота (до 80 % запасов). В масштабе рудного узла или района может быть проявлена пространственная ассоциация золоторудного и, как правило, непромышленного медно-порфирового оруденения, что характерно для комплексных рудных районов Урала, расположенных в пределах вулканоплутонических поясов (А. Н. Барышев и др., 1991 г.).

Минералогические и изотопно-геохимические критерии и признаки приведены по результатам исследований специалистов ФГБУ «ЦНИГРИ» при участии автора (А. Г. Волчков и др., 2008 г.), а также [1, 6].

Минералогические. Для золото-скарнового типа главные рудные минералы – магнетит, пирит, кобальтин и халькопирит, редкие – гематит, пирротин, арсенопирит, сфалерит, марказит. Содержание сульфидов в рудах меняется от 5–10 до 80–90 %. Золото свободное, представлено двумя разновидностями – относительно низкопробным (760–880 ‰), ассоциирующим с халькопиритом, пиритом и жильными минералами, и высокопробным (900–990 ‰), присутствующим преимущественно в кобальтине и магнетите.

Для золото-порфирового типа руд главным рудным минералом и основным носителем золота является пирит. Содержание пирита – от первых процентов до 15–20, реже до 50 %. Помимо пирита присутствуют магнетит (~1 %), халькопирит, пирротин. Золотоносность данного типа руд определяется количеством пиритовой минерализации. Пробность золота достаточно высокая – 830–870 ‰.



Доля сульфидов в золото-сульфидно-кварцевых рудах зон березитов составляет не более 10 % (на Петропавловском месторождении – 1–1,5 %). Главный рудный минерал – пирит, достаточно характерен для руд галенит, встречаются сфалерит, гематит, арсенопирит. Для месторождения Петропавловское характерен халькопирит. Самородное золото локализовано в пирите, галените, редко в халькопирите и жильных минералах, относительно низкопробное (730–800 ‰) с существенной примесью серебра. В составе этого типа руд отмечена также золото-теллуридная минеральная ассоциация, проявленная в аномально обогащённых золотом (до первых сотен г/т) участках кварцевых жил и прожилках. В ней наряду с типовыми рудными минералами березитов – пиритом и галенитом – проявлены алтаит, петцит и гессит. Пробность золота данной ассоциации колеблется в пределах 830–870 ‰. Стволовая мощность таких богатых участков составляет 1–2 м, реже 3–5 м, масштабы распространения их и доля в балансе месторождений не определены.

Изотопно-геохимические. Сульфидам «ранних» типов золотых руд свойственны положительные значения $\delta^{34}\text{S}$, золотоносный пирит «поздних» зон березитов заметно обогащён лёгким изотопом серы, а пирит золото-теллуридной минеральной ассоциации имеет аномально отрицательные значения $\delta^{34}\text{S}$ (от -2,5 до -4,5 ‰).

Магнетит золотосодержащих объектов (проанализирован магнетит месторождения Новогоднее-Монто, скарновых проявлений Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла и ряда проявлений более южных районов Малоуральского ВПП) характеризуется интервалом $\delta^{18}\text{O}$ от -1,4 до -7 ‰, магнетит непродуктивных залежей – резко пониженными значениями $\delta^{18}\text{O}$.

Морфологические. Рудные тела представлены субпластовыми сульфидно-магнетитовыми гнездо- и пластообразными залежами в скарнированной вулканогенно-карбонатной толще, крупнообъёмными линейно-изометрическими штокверкоподобными телами сульфидной (преимущественно пиритовой) минерализации в эндо-экзоконтактах порфировых

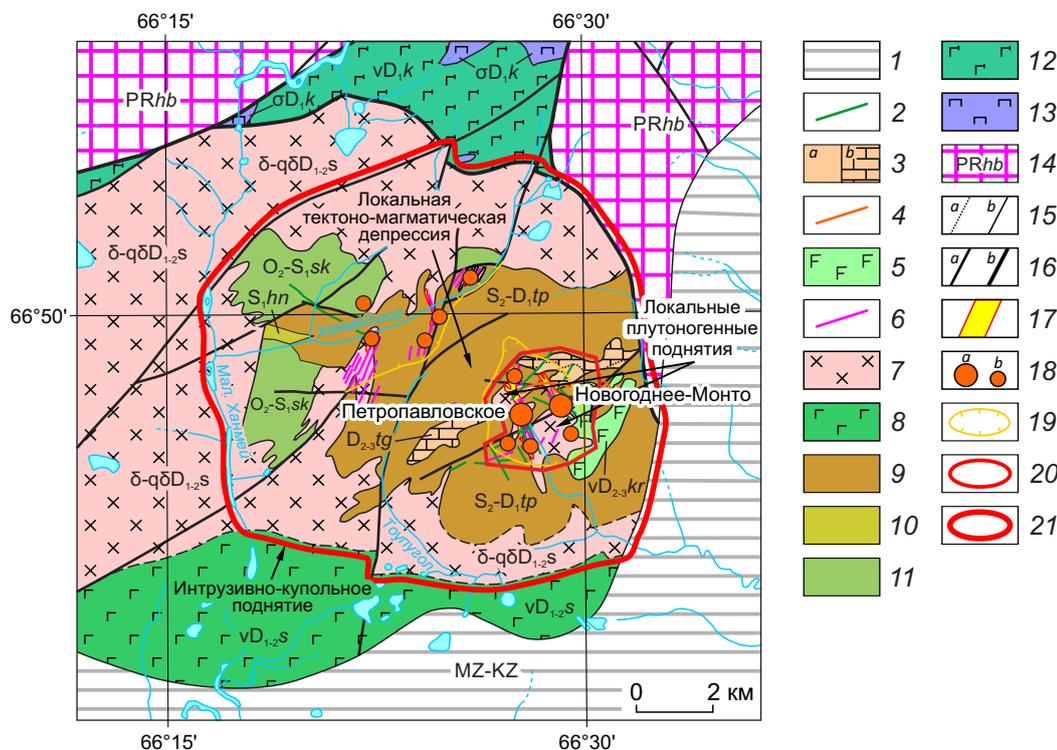
интрузий, крутопадающими жильно-прожилковыми сульфидно-кварцевыми зонами с осевыми золотоносными малосульфидными кварцевыми жилами.

Геохимические. Рудные поля выражены крупными слабоконтрастными комплексными геохимическими аномалиями Au (2–300 мг/т) и его спутников – Cu (50–100 г/т), Mo (1500–4000 г/т), Ag (60–1000 мг/т), Hg (40–97 г/т), а также As, В, Pb, W, Ba во вторичных ореолах рассеяния (по данным геохимических работ ИМГРЭ, Н. А. Юшко и др., 2007 г.). Максимумы концентраций Au, Ag и Cu фиксируют близповерхностное золотое оруденение, зональные ореолы Cu и Mo – выступы интрузивных массивов, проявления медно-порфировой минерализации. Для оруденения петропавловского типа, в меньшей мере для золото-сульфидно-кварцевого оруденения месторождения Новогоднее-Монто характерны локальные ореолы ртути. Россыпи и шлиховые потоки золота проявлены незначительно.

Геофизические. Контрастные локальные положительные аномалии магнитного поля (> 500–1000 нТл) соответствуют скарново-магнетитовым телам. Минимумы магнитного поля (< 0 нТл) отвечают зонам потенциально золотоносных березитов. Аномалии дифференциальной поляризуемости (1,5–3 %) отчётливо отражают зоны сульфидной минерализации всех трёх структурно-вещественных типов золотого оруденения (по данным геофизических работ АО «СУГРЭ», М. К. Ястребов и др., 2008 г.).

Визуально элементы разработанной модели, выраженные в масштабе рудного узла, наиболее наглядно отражаются на геологической карте (рис. 2), а в масштабе рудного поля и золоторудных объектов новогодненского и петропавловского типов – на сводном геологическом разрезе с комплексной рудно-метасоматической, геохимической и геофизической нагрузкой (рис. 3).

На основе совокупности элементов разработанной прогнозно-поисковой модели автором проанализирован и обобщён большой объём информации, полученной за достаточно длительную историю изучения площадей, расположенных в пределах Малоуральского ВПП.



Использованы материалы съёмочных и поисковых работ разных лет, в том числе последних исследований ООО «Ямалгео», ОАО «ПУГПП», ОАО «ЯГК», ИМГРЭ 2000–2010-х гг., а также составленные при участии автора прогнозно-металлогенические карты различных масштабов (П. Г. Кучеревский и др., 2002 г.; Н. М. Риндзюнская и др., 2004 г.; А. Г. Волчков и др., 2007 г.). В результате в качестве наиболее перспективной площади для выявления новых промышленных золоторудных объектов автором определён Таныуско-Лагортинский молибден-медно-золоторудный район (1140 км²) южной части ВПП с характерным для рудных районов и узлов восточной части Урала (Ауэрбаховский, Варваринский и др.) комплексным золотым и медным оруденением различных рудно-формационных типов.

Детальный металлогенический анализ Таныуско-Лагортинского рудного района позволяет оконтурить в его пределах пять площадей в ранге потенциальных рудных узлов (ПРУ) (рис. 4): Элькошорский – специализированный на оруденение (молибден)-медно-порфиорового

(рудопроявление Осеннее) и золото-медно-железо-скарнового (рудопроявление 3-я Рудная Горка) типов; Янаслорский – специализированный на оруденение медно-молибден-порфиорового типа (рудопроявление Янаслорское); Манюкуюский – с известными проявлениями золото-сульфидно-кварцевого линейно-штокеркового типа (участки-рудопоявления Полярная Надежда, 1-й Колчеданный, Геохимическое и др.) и с перспективами выявления сопряжённой минерализации золото-порфиорового и золото-скарнового типов; Погурейский и Кокпельский (практически не изучены в поисковом отношении) – по геологическому строению и ряду установленных при предшествующих ГРП признаков, отвечающих разработанной модели, сходны с Манюкуюским ПРУ и обладают перспективами на дальнейшее обнаружение золотого оруденения рассматриваемых в данной статье структурно-вещественных типов.

Ранее проведённые поисковые работы на медно-порфиоровое оруденение в пределах Элькошорского и Янаслорского ПРУ (П. М. Куче-

Рис. 2. Схематическая геологическая карта Топугол-Ханмейшорского рудного узла, отражающая элементы прогнозно-поисковой модели (составлена автором с использованием материалов ГДП-200 (А. П. Прямоносов и др., 2004 г.), поисковых и разведочных работ ОАО «ЯГК» и ОАО «Ямалзолото», тематических работ ЦНИГРИ):

комплексы, перекрывающие и прорывающие ВПА Малоуральского ВПП: 1 – рыхлые мезозойские и кайнозойские отложения (MZ–KZ), 2 – малоханмейский габбро-дolerитовый комплекс ($D_3-T?mh$), дайки основного состава, 3 – топуголегартская толща ($D_{2-3}tg$) (*a* – вулканогенно-терригенные породы, *b* – рифогенные известняки), конгорский габбро-монцодиоритовый комплекс ($D_{2-3}kn$) (4 – монцодиориты и их порфировые разновидности, 5 – габбро-дolerиты); продуктивная ВПА Малоуральского ВПП: собский габбро-диорит-тоналит-плаггиогранитовый комплекс ($D_{1-2}s$), продуктивный на золото-сульфидно-кварцевое оруденение (6 – диорит-порфиры, кварцевые диорит-порфиры, тоналит-порфиры, плаггиогранит-порфиры, 7 – диориты, кварцевые диориты, тоналиты ($\delta-q\delta$), 8 – габбро, габбродиориты (v)), 9 – топугольская толща (S_2-D_1tp), лавы и туфы базальтов, андезитбазальтов, вулканогенно-осадочные породы, рифогенные известняки; комплексы основания и рамы Малоуральского ВПП: 10 – ханмейшорская толща (S_1hs), флишшюиды, 11 – соколинская толща (O_3-S_1sk), лавы толеитовых базальтов, кэршорский гипербазит-габбровый комплекс (O_{2-3}) (12 – габброиды (v), 13 – гипербазиты (σ)), 14 – харбейский метаморфический комплекс (PRhb), высокометаморфизованные породы; 15 – геологические границы (*a* – разновозрастных подразделений, *b* – фациальные); 16 – разрывные нарушения (*a* – главные (составляющие Главного Уральского глубинного разлома), *b* – прочие); 17 – зоны хлорит-альбит-серицит-кварцевых метасоматитов с сульфидной минерализацией; 18 – золоторудные объекты (*a* – месторождения, *b* – рудопроявления); 19 – Au + Ag + Cu + Hg комплексные геохимические ореолы (ВОР); 20 – контур Новогодненского рудного поля; 21 – контур Топугол-Ханмейшорского рудного узла

Fig. 2. Schematic geological map of the Toupugol-Khanmeishor ore cluster, highlighting elements of the forecast-exploration model (compiled by the author using materials of GDP-200 (A. P. Pryamonosov et al., 2004), prospecting and exploration works by OJSC YaGK and OJSC Yamalzoloto, thematic works by TsNIGRI):

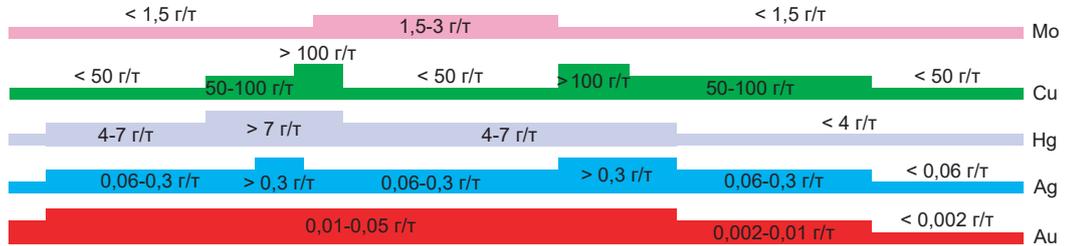
1–5 – rock complexes overlying and cutting the volcano-plutonic association (VPA) of the Malyy Ural VPB: 1 – loose Mesozoic and Cenozoic sediments (MZ–KZ), 2 – Malyy Khanmei gabbro-dolerite complex ($D_3-T?mh$), basic dikes, 3 – Toupugolegart sequence ($D_{2-3}tg$): *a* – volcanogenic-terrigenous rocks, *b* – reef limestones; 4, 5 – Kongor gabbro-monzodiorite complex ($D_{2-3}kn$): 4 – monzodiorites and their porphyritic varieties, 5 – gabbro-dolerites; 6–10 – productive VPA of the Malyy Ural VPB: Sob' gabbro-diorite-tonalite-plagiogranite complex ($D_{1-2}s$) productive for sulfide-quartz mineralization (6 – diorite porphyrites, quartz diorite porphyrites, tonalite porphyries, plagiogranite porphyries, 7 – diorites, quartz diorites, tonalities ($\delta-q\delta$), 8 – gabbro, gabbro-diorites (v)), 9 – Toupugol sequence (S_2-D_1tp): basaltic, andesibasaltic lavas and tuffs, volcanosedimentary rocks, reef limestones; 10–14 – complexes of the Malyy Ural VPB basement and frame: 10 – Khanmeishor sequence (S_1hs), flyschoids, 11 – Sokolinyi sequence, tholeiite basalt lavas, 12, 13 – Kershor gabbro-ultrabasic complex (O_{2-3}) (12 – gabbroids (v), 13 – ultrabasic rocks (σ)), 14 – Kharbei metamorphic complex (PRhb), high-grade metamorphosed rocks; 15 – geological boundaries: *a* – geological units, *b* – facial; 16 – faults: *a* – major (constituents of the Main Ural Deep-seated Fault), *b* – other; 17 – zones of chlorite-albite-sericite-quartz metasomatites containing sulfide mineralization; 18 – gold objects: *a* – economic-grade deposits, *b* – occurrences; 19 – Au + Ag + Cu + Hg complex secondary dispersion halos (SDH); 20 – contour of the Novogodnee ore field; 21 – contour of the Toupugol-Khanmeishor ore cluster

рина и др., 1991 г., В. С. Звездов и др., 2010 г., А. А. Шлома и др., 2011 г.) до настоящего времени не позволили выявить промышленно значимых медно- и молибден-медно-порфировых руд. Несмотря на то, что перспективы для последующего выявления промышленных месторождений медно-порфирового семейства со-

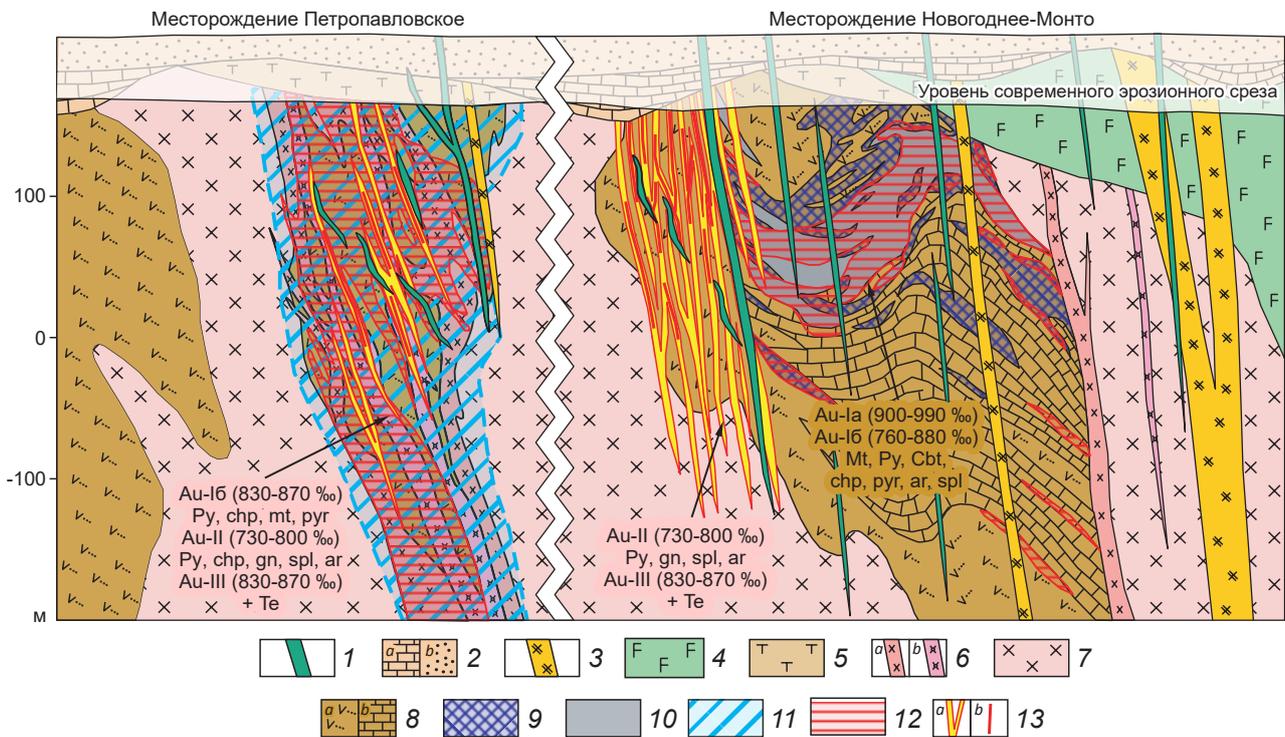
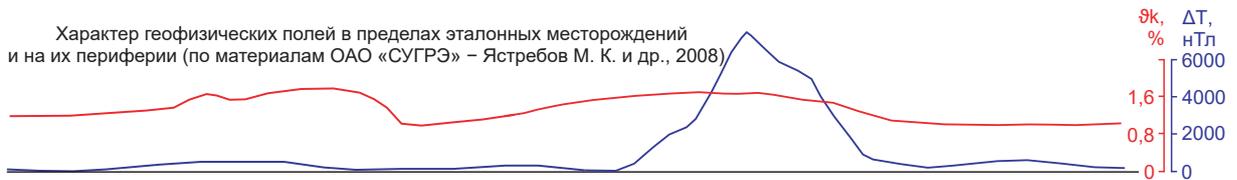
храняются, сейчас в качестве первоочерёдных объектов постановки новых поисковых работ данные площади не рассматриваются.

По-другому выглядит ситуация с перспективами на выявление в пределах Таньюско-Лагортинского рудного района месторождений структурно-вещественных типов золото-

Характер распределения основных элементов-индикаторов во вторичных ореолах рассеяния
(по материалам ИМГРЭ – Юшко Н. А. и др., 2007)



Характер геофизических полей в пределах эталонных месторождений
и на их периферии (по материалам ОАО «СУГРЭ» – Ястребов М. К. и др., 2008)



сульфидно-кварцевой формации, характерных для эталонного Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла. По совокупности геолого-поисковых признаков, отвечающих разработанной прогнозно-поисковой модели, как наиболее перспективные рассматриваются Манюкюуский и Кокпельский ПРУ (см. рис. 4). Площади этих узлов отличаются благоприятным умеренным эрозионным срезом, о чём говорит сохранность вулканогенно-осадочной составляющей про-

дуктивной ВПА (основные рудовмещающие образования в пределах эталонной площади); наличием тел потенциально-продуктивных порфирировых фаз собского интрузивного комплекса (диорит- и кварцевые диорит-порфириды), зон метасоматитов хлорит-альбит-серцит-кварцевого состава с сульфидной (существенно пиритовой) минерализацией, комплексных геохимических ореолов Cu + Mo и Au + Ag + As, дифференцированного магнитного поля, ха-

Рис. 3. Сводный геологический разрез месторождений Новогоднее-Монто и Петропавловское, отражающий элементы прогнозно-поисковой модели:

1 – малоханмейский габбро-долеритовый комплекс ($D_3-T?mh$), дайки основного состава; 2 – тоупуголе-гартская толща ($D_{2-3}tg$) (*a* – известняки рифогенные, *b* – вулканогенно-терригенные породы); конгорский габбро-монцодиоритовый комплекс ($D_{2-3}kn$) (3 – монцодиориты и их порфировые разновидности, 4 – габбро-долериты); 5 – кевсоимская толща ($D_{1-2}kv$), лавы и туфы трахибазальтов, трахиандезитов, трахириолитов (эродирована в пределах узла); собский габбро-диорит-тоналит-плагиогранитовый комплекс ($D_{1-2}s$): (6 – *a* – диорит-порфириды, кварцевые диорит-порфириды, *b* – тоналит-порфиры, плагиогранит-порфиры, 7 – диориты, кварцевые диориты, тоналиты); 8 – тоупугольская толща (S_2-D_1tp) (*a* – лавы и туфы базальтов, андезибазальтов, вулканогенно-осадочные породы, *b* – рифогенные известняки); 9 – гранат-пироксеновые скарны; 10 – магнетитовые тела; 11 – хлорит-альбитовые метасоматиты; 12 – минерализованные зоны золото-скарнового и золото-порфирового типов, оконтуренные по бортовому содержанию Au 0,3 г/т; 13 – зоны березитов с минерализацией золото-сульфидно-кварцевого типа (*a*), осевые золотоносные малосульфидные кварцевые жилы (*b*)

Fig. 3. Generalized geological section of the Novogodnee-Monto and Petropavlovskoye ore deposits, highlighting elements of the forecast-exploration model:

1 – Malyi Khanmei gabbro-dolerite complex ($D_3-T?mh$), basic dikes; 2 – Toupugolegart sequence ($D_{2-3}tg$) (*a* – reef limestones, *b* – volcanogenic-terrigenous rocks); Kongor gabbro-monzodiorite complex ($D_{2-3}kn$) (3 – monzodiorites and their porphyritic varieties, 4 – gabbro-dolerites); 5 – Kevsoim sequence ($D_{1-2}kv$), trachybasalt, trachyandesite, trachyrhyolite lavas and tuffs (eroded within the cluster); Sob' gabbro-diorite-tonalite-plagiogranite complex ($D_{1-2}s$) (6 – *a* – diorite-porphyrates, quartz diorite-porphyrates; *b* – tonalite-porphyrates, plagiogranite-porphyrates, 7 – diorites, quartz diorites, tonalities); 8 – Toupugol sequence (S_2-D_1tp) (*a* – basalt, andesibasalt lavas and tuffs, volcanosedimentary rocks, *b* – reef limestones); 9 – garnet-pyroxene skarns; 10 – magnetite bodies; 11 – chlorite-albite metasomatites; 12 – mineralized zones of the skarn-related gold and porphyry gold types, outlined by the Au cutoff grade of 0.3 g/t; 13 – berezite zones (*a* – sections with gold-sulfide-quartz type mineralization, *b* – axial low-sulfide quartz gold-bearing veins)

рактиер которого указывает на возможность обнаружения как новых минерализованных зон золото-сульфидной прожилково-вкрапленной минерализации, так и золотоносных скарново-магнетитовых тел.

Первостепенны для опоискования на золото в пределах указанных ПРУ участки развития зон линейных и площадных метасоматитов хлорит-альбит-серицит-кварцевого состава с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией, получившие при геологосъёмочных и поисковых работах 1960-х годов (Б. Ф. Костюк и др., 1964 г.; Н. И. Литовченко и др., 1964 г.; Б. М. Овчинников и др., 1964 г.) название «колчеданные», так как изначально изучались на предмет выявления медно-колчеданного оруденения. Информация о потенциальной золотоносности этих участков появилась в конце 1980-х годов при проведении

ГДП-50 (П. А. Шапорев и др., 1986 г.; П. М. Кучерина и др., 1991 г.). Однако специализированные работы на золото с применением горных выработок и бурения в пределах таких участков выполнялись в небольших объёмах только в период 2000-х – начала 2010-х годов (А. Е. Степанов и др., 2007 г.; И. З. Галиуллин и др., 2009 г., Р. А. Терентьев и др., 2009 г., 2012 г.; А. А. Шлома и др., 2011 г.).

Манюкуюский ПРУ – 160 км² (рис. 5, *a*). При проведении ГДП-50 и позднее в ходе поисково-ревизионных работ ЦНИГРИ с участием автора (Н. М. Риндзюнская и др., 2004 г.) в пределах Манюкуюского ПРУ установлены повышенные содержания золота в штучных пробах и потоках рассеяния; далее ОАО «ПУГГП» (И. З. Галиуллин и др., 2009 г.), а затем ИМРГЭ (Р. А. Терентьев и др., 2009 г.) выявлены геохимические аномалии золота и рудные пересече-

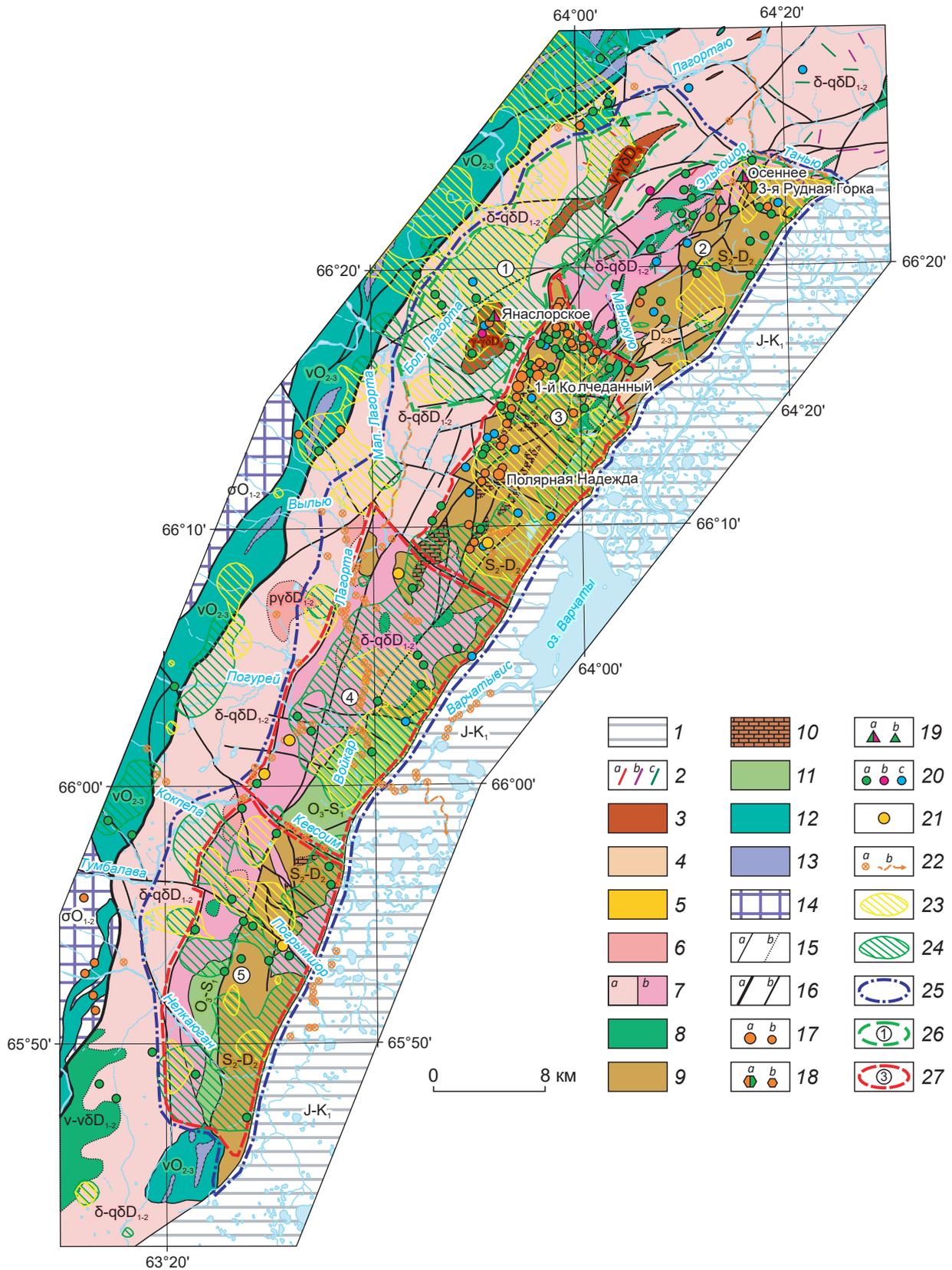


Рис. 4. Геологическая карта Таньюско-Лагортинского рудного района с элементами прогноза золото-сульфидно-кварцевого и молибден-медно-порфирового оруденения (составлена автором с использованием материалов ГГК-200, листы Q-41-XVI, XVII, XXI–XXII (ВСЕГЕИ, 2009-2014 г.) и прогнозно-металлогенической карты ООО «Ямалгео» (А. Е. Степанов и др., 2011 гг.):

комплексы, перекрывающие и прорывающие ВПА Малоуральского ВПП: 1 – осадочный чехол Западно-Сибирской плиты (J–K₁), 2 – дайки нерасчленённые (a – кислого, b – среднего, c – основного составов), 3 – Янаслорский гранитовый комплекс (γ-γδD₃) (граниты, гранодиориты, потенциально продуктивен на медно-молибден-порфировое оруденение), 4 – дзеля-варчатинская свита (D₂₋₃) (вулканогенно-терригенные породы, известняки (аналог тоупуголегартской толщи эталонного рудного узла)), 5 – конгорский монцогаббро-монцодиоритовый комплекс (μδD₂₋₃), штоки монцодиоритов; продуктивная ВПА Малоуральского ВПП: собский габбро-диорит-тоналит-плагиогранитовый комплекс (D₁₋₂), продуктивный на золото-сульфидно-кварцевое и молибден-медно-порфировое оруденение (6 – плагиограниты, тоналиты (pγδ), 7 – диориты, кварцевые диориты (δ-qδ) (a), то же, потенциально рудоносные гипабиссальные фации (b), 8 – габбро, габбро-диориты (v-vδ)), 9 – малоуральская свита (S₂–D₂) (верхняя подсвита – лавы и туфы трахибазальтов, трахиандезитов, трахидацитов (аналог кевсоимской толщи), нижняя подсвита – лавы и туфы базальтов, андезибазальтов, вулканогенно-осадочные породы (аналог тоупугольской толщи) – основные стратифицированные образования вмещающие золото-сульфидно-кварцевое оруденение), 10 – рифогенные известняки; комплексы основания и рамы Малоуральского ВПП: 11 – войкарская свита (O₃–S₁), базальты, яшмоиды (аналог соколинской толщи), кэршорский гипербазит-габбровый комплекс (O₂₋₃) (12 – габброиды (v), 13 – гипербазиты (vσ)), 14 – райизско-войкарский гипербазитовый комплекс (σO₁₋₂); 15 – геологические границы: a – разновозрастных подразделений, b – фациальные; 16 – разрывные нарушения: a – главные (Хулгинско-Пятиреченский глубинный разлом), b – прочие разломы; 17 – золото-сульфидно-кварцевый тип: a – рудопроявления, b – пункты минерализации; 18 – (медно)-золото-магнетитовый тип в скарнах: a – рудопроявления, b – пункты минерализации; 19 – молибден-медно-порфировый тип: a – рудопроявления, b – пункты минерализации; 20 – прочие пункты минерализации: a – меди, b – молибдена, c – полиметаллов; 21 – проявления интенсивной сульфидной минерализации, ранее не опробованные на золото; 22 – проявления россыпного золота: a – отдельные шлиховые и шлихогеохимические пробы, b – потоки рассеяния; 23 – геохимические поля Au + Ag + As с коэффициентом концентрации > 5; 24 – геохимические поля Cu + Mo с коэффициентом концентрации > 3; 25 – контур Таньюско-Лагортинского рудного района; контуры потенциальных рудных узлов: 26 – специализированных на молибден-медно-порфировое оруденение: Янаслорский (1), Элькошорский (2), 27 – специализированных на золото-сульфидно-кварцевое оруденение: Манюкуюский (3), Кевсоимский (4), Кокпельский (5)

Fig. 4. Geological map of the Tan'yu-Lagorta ore district with a preliminary forecast for the gold-sulfide-quartz and porphyry molybdenum-copper mineralization (compiled by the author using materials of SGM-200, sheets Q-41-XVI, XVII, XXI–XXII (VSEGEI, 2009–2014) and forecast-metallogenic map by OJSC Yamalgeo (A. E. Stepanov et al., 2011)):

1–5 – complexes overlying and cutting the VPA of the Malyi Ural VPB: 1 – sedimentary cover of the West Siberian plate (J–K₁), 2 – undifferentiated dikes: a – silicic, b – intermediate, c – basic, 3 – Yanaslor granite complex (γ-γδD₃): granites, granodiorites potentially productive for porphyry copper-molybdenum mineralization, 4 – Dze-lyya-Varchato formation (D₂₋₃): volcanogenic-terri-genous rocks, limestones (equivalent of the Tou-pugolegart sequence of the reference Tou-pugol-Novogodnee ore cluster), 5 – Kongor monzogabbro-monzodiorite complex (μδD₂₋₃), monzodiorite stocks; 6–10 – productive VPA of the Malyi Ural VPB: 6–8 – Sob' gabbro-diorite-tonalite-plagiogranite complex (D₁₋₂) productive for the gold-sulfide-quartz and porphyry molybdenum-copper mineralization: 6 – plagiogranites, tonalites (pγδ), 7 – diorites, quartz diorites (δ-qδ): (a) undivided, (b) potentially ore-bearing hypabyssal facies, 8 – gabbro, gabbro-diorites (v-vδ); 9 – Malyi Ural formation (S₂–D₂), upper subformation – trachybasalt, trachyandesite lavas and tuffs (equivalent of the Kevsoim sequence), lower subformation – basalt, andesibasalt lavas and tuffs, volcanosedimentary rocks (equivalent of the Tou-pugol sequence), the principal stratified units hosting the gold-sulfide-quartz mineralization, 10 – reef limestones; 11–14 – basement and frame complexes of the Malyi Ural VPB: 11 – Voikar formation (O₃–S₁): basalts, jasperoids (equivalent of the Sokolinyi sequence);

Kershor gabbro-ultrabasic complex (O_{2-3}): 12 – gabbroids (v), 13 – ultrabasites ($v\sigma$); 14 – Rayiz-Voikar ultrabasic complex (σO_{1-2}); 15 – geological boundaries: a – geological units, b – facial; 16 – faults: a – major (Khulga-Pyatirechie deep fault), b – other faults; 17 – gold-sulfide-quartz type mineralization: (a) ore occurrences, (b) mineral indications, 18 – (copper)-gold-magnetite type mineralization in skarns: (a) ore occurrences, (b) mineral indications; 19 – porphyry molybdenum-copper type mineralization: (a) ore occurrences, (b) mineral indications; 20 – other mineral indications: (a) copper, (b) molybdenum, (c) lead and zinc; 21 – zones of intense sulfide mineralization, that were not previously sampled for gold; 22 – placer gold occurrences: (a) individual heavy-mineral concentrate (HMC) and geochemical HMC samples, (b) – dispersion flows; 23 – geochemical fields (Au + Ag + As) with the concentration ratio > 5; 24 – geochemical fields (Cu + Mo) with the concentration ratio > 3; 25 – contour of the Tan'yu-Lagorta ore district; contours of potential ore clusters: 26 – specialized for porphyry molybdenum-copper mineralization: (1) Yanaslor and (2) Elkoshor, 27 – specialized for gold-sulfide-quartz mineralization: (3) Manyukuyu, (4) Kevsoim, (5) Kokpela

ния в пределах участков 1-й Колчеданный и Южный. В 2009–2012 гг. при продолжении поисково-ревизионных геолого-геохимических работ ИМГРЭ (Р. А. Терентьев и др., 2012 г.) проведены горные работы и бурение в пределах трёх комплексных (Au, Ag, Cu, Mo, Pb, Zn и др.) геохимических аномалий и установлен ряд пересечений с повышенными содержаниями золота; выявленные золоторудные проявления названы Полярная Надежда (наиболее изученное в ходе этих работ), Геохимическое и Благодарное.

Итак, в пределах рассматриваемого ПРУ предшествующими работами выделен широкий комплекс поисковых критериев и признаков золото-сульфидно-кварцевого оруденения, отвечающий элементам разработанной прогнозно-поисковой модели, а самое главное, определены рудные пересечения с поверхности и на глубине с содержаниями золота, сопоставимыми с таковыми на эталонных месторождениях, что указывает на достаточно высокую перспективность узла для продолжения поисковых работ в целях выявления промышленных золоторудных объектов.

Рудопроявление Полярная Надежда на настоящий момент рассматривается как основной, наиболее перспективный объект Манюкюского ПРУ. Работами ИМГРЭ (Р. А. Терентьев и др., 2012 г.) на рудопроявлении канавами ручной проходки и скважинами в зонах (ореолах) распространения пиритовой минерализации в вулканогенных и вулканогенно-терригенных породах, тяготеющих к экзоконтактам дайкообразных тел диорит-порфиритов, обна-

ружено 14 рудных пересечений мощностью от 1,4 до 24 м с содержаниями Au от 1,0 до 5,93 г/т. Среднее прогнозируемое содержание Au по данным этих работ составило 2,44 г/т. Золоторудная минерализация сопровождается повышенными содержаниями Ag (0,5–15,6 г/т) и Hg.

Несмотря на полученные положительные результаты, в ходе этих работ изучена только небольшая часть рудопроявления (комплексного геохимического ореола). Это обстоятельство затруднило определение реальной морфологии, простирания и масштабов минерализованных метасоматических зон и рудных тел в их пределах. В то же время, эти данные позволили существенно уточнить основные критерии и признаки золотого оруденения Манюкюского ПРУ и повысили его перспективность на выявление промышленных золоторудных объектов.

Другие перспективные участки Манюкюского ПРУ к северу от рудопроявления Полярная Надежда изучены слабее и требуют проведения исследований, позволяющих установить или уточнить ряд признаков разработанной прогнозно-поисковой модели, в том числе определить масштабы развития метасоматических изменений и приуроченной к ним потенциально золотоносной сульфидной минерализации. К таким участкам относятся следующие: Геохимическое – подсечение в скважине интервала 7 м со средним содержанием Au 1,44 г/т; Благодарное – комплексная геохимическая аномалия в ВОР площадью 1,3 км², интервалы по поверхности мощностью от 3 до



9 м с содержаниями Au до 1,0–1,54 г/т; 1-й Колчеданный и Южный – рудные пересечения в канавах с содержаниями Au от десятых долей до 3,1 г/т на мощностях 1–3 м, наличие скарнов с содержаниями золота 0,2–0,4 г/т.

Наименее изучена южная часть Манюкююского узла, где поисковые работы практически не проводились. Лишь при ревизионных исследованиях ЦНИГРИ с участием автора (Н. М. Риндзюнская и др., 2004 г.) в ряде штучных проб, отобранных из элювиально-делювиальных развалов минерализованных метасоматитов, схожих с метасоматическими образованиями основных перспективных участков, выявлены повышенные содержания Au от 0,12 до 0,92 г/т. Данные факты могут указывать на наличие потенциального оруденения и в этой части Манюкююского ПРУ.

Учитывая широкое распространение в пределах Манюкююского ПРУ элементов-признаков, отвечающих разработанной прогнозно-поисковой модели, данный узел весьма близок к эталонному Тоупугол-Ханмейшорскому рудному узлу с золоторудными месторождениями Петропавловское и Новогоднее-Монто. Ниже приведены основные из этих элементов:

- формационные – рудоносная габбро-диорит-тоналит-плаггиогранитовая (D_{1-2}) интрузивная формация (собский комплекс), образующая продуктивную ВПА с базальт-андезитовой вулканогенно-терригенной формацией (S_2-D_1);

- литолого-петрологические – штоки и пояса даек диоритов, кварцевых диоритов и их порфириковых разновидностей;

- структурные – интенсивно тектонически дислоцированная экзоконтактовая область массива гранитоидов собского комплекса, осложнённая выступами и апофизами; пояса разновозрастных даек пёстрого состава; субвертикальные зоны трещиноватости и расланцевания в вулканогенно-осадочных породах и на контактах даек пёстрого состава;

- метасоматические – поля гидротермальных изменений пород различной интенсивности, отвечающих полно проявленным (в пределах рудоносных участков) хлорит-альбитовым и альбитовым метасоматитам с наложенными на них зонами кварц-хлорит-кальцит-серици-

товых метасоматитов (березитов) с кварцевыми прожилками и осевыми жилами; локально проявленные биметасоматические известковые скарны;

- рудно-минералогические – перспективные рудопроявления и пункты штокверковой, жильно-прожилковой и вкрапленной золотоносной и потенциально золотоносной сульфидной минерализации, сопровождающиеся широкими ореолами метасоматических изменений кварц-серицит-хлоритового и хлорит-альбитового составов, а также пункты минерализации меди, полиметаллов, тела магнетитовых и сульфидно-магнетитовых потенциально золотоносных руд в ассоциации со скарнами;

- геохимические – комплексные вторичные и первичные литохимические ореолы золота, серебра и их элементов спутников (меди, свинца, цинка и др.)

- геофизические – крупные вытянутые по простиранию метасоматических зон поля аномалий ВП; дифференцированное магнитное поле в пределах рудоносных и потенциально рудоносных участков.

С учётом степени изученности Манюкююского ПРУ в его пределах можно прогнозировать выявление золоторудных объектов, сопоставимых по масштабам с эталонными месторождениями Новогоднее-Монто и Петропавловское.

Кокпельский ПРУ – 190 км² (рис. 5, б). В поисковом отношении, в том числе на золото, степень изученности площади Кокпельского ПРУ существенно ниже по сравнению с Манюкююским ПРУ, также отмечается низкая детальность его геологической изученности. Практически единственными крупномасштабными геологическими работами в пределах узла являются работы ГСР-50 (Б. Ф. Костюк и др., 1964 г.), к тому же, охватывающие лишь её северную часть. В ходе них в пределах Кокпельского ПРУ выделены основные стратиграфические подразделения и крупные интрузивные тела, но в целом составленная геологическая карта достаточно примитивна и не содержит необходимых данных для достоверного прогнозирования какого-либо оруденения. В частности, не отражены потенциально рудоносные

Рис. 5. Геологические карты Манюкюуского (а) и Кокпельского (b) прогнозируемых рудных узлов с элементами прогноза золото-сульфидно-кварцевого оруденения (составлены автором с использованием материалов геолого-съёмочных, поисковых и тематических работ: Б. Ф. Костюк и др., 1964 г.; Н. М. Риндзюнская и др., 2004 г.; А. Е. Степанов и др., 2007 г., 2013; И. З. Галиуллин и др., 2009 г.; Р. А. Терентьев и др., 2009 г., 2012 г.; А. А. Шлома и др., 2011 г.);

комплексы, перекрывающие и прорывающие ВПА Малоуральского ВПП: 1 – четвертичные отложения повышенной мощности, 2 – осадочный чехол Западно-Сибирской плиты (J–K₁), 3 – дайки нерасчленённые (а – кислого, b – среднего, c – основного состава), 4 – янаторский гранитовый комплекс (γD_{3,j}), 5 – дзеля-варчатинская свита (D₂₋₃); вулканогенно-терригенные породы, известняки, 6 – конгорский монзогаббро-монцодиоритовый комплекс (μD₂₋₃); продуктивная ВПА Малоуральского ВПП: собский габбродиорит-тоналит-плагиогранитовый комплекс (D_{1-2s}), продуктивный на золото-сульфидно-кварцевое и молибден-медно-порфировое оруденение (7 – плагиограниты, тоналиты (руδ), 8 – диориты, кварцевые диориты (δ-qb), 9 – то же, потенциально рудоносные гипабиссальные фации, 10 – габбро, габбродиориты (v-vδ)); малоуральская свита (I1 – верхняя подсвита (S₂-D₂mi₂), лавы и туфы трахибазальтов, трахиандезитов, трахидацитов, 12 – нижняя подсвита (S₂-D₂mi₁) – лавы и туфы базальтов, андезибазальтов, вулканогенно-осадочные породы – основные стратегифицированные образования, вмещающие золото-сульфидно-кварцевое оруденение, 13 – рифогенные известняки); комплексы основания и рамы Малоуральского ВПП: 14 – войкарская свита (O₃-S₁), базальты, яшмоиды, кэршорский гипербазит-габбровый комплекс (O₂₋₃) (15 – габброиды (v), 16 – гипербазиты (vσ)); 17 – геологические границы (α – разновозрастных подразделений, b – фациальные); 18 – разрывные нарушения; 19 – потенциально-злогоносные зоны хлорит-серцит-кварцевых метасоматитов с пиритовой минерализацией (α – площадные, b – линейные); 20 – рудопроявления (a) и пункты минерализации золото-сульфидно-кварцевого типа (b); 21 – пункты минерализации: a – меди, b – молибдена, c – полиметаллов, d – кобальта, e – железа; 22 – проявления интенсивной сульфидной минерализации, ранее не опробованные на золото; 23 – проявления россыпного золота в шлиховых и шлихо-геохимических пробах; 24 – геохимические поля Au + Ag + As с коэффициентами концентрации: 5–6 (a), 6–8 (b), > 8 (c); 25 – геохимические поля Cu + Mo с коэффициентами концентрации: 3–5 (a), 5–8 (b), > 8 (c); 26 – контуры прогнозируемых золоторудных узлов

Fig. 5. Geological maps of the Manyukyu (a) and Kokpela (b) predicted ore clusters with a preliminary forecast for the gold-sulfide-quartz mineralization (compiled by the author using materials of geological surveys, prospecting and thematic works: B. F. Kostyuk et al., 1964; N. M. Rindzyunskaya et al., 2004; A. E. Stepanov et al., 2007, 2013; I. Z. Galullin et al., 2009, 2012; R. A. Terentiev et al., 2009, 2012; A. A. Shloma et al., 2011):

1–6 – complexes overlying and cutting the VPA of the Malyi Ural VPB: 1 – Quaternary deposits of high thickness, 2 – sedimentary cover of the West Siberian plate (J–K₁), 3 – undifferentiated dikes (α – silicic, b – intermediate, c – basic), 4 – Yanaslor granite complex (γD_{3,j}); 5 – Dzelya-Varcha to formation (D₂₋₃), volcanogenic-terrirogenous rocks, limestones, 6 – Kongor monzogabbro-monzodiorite complex (μD₂₋₃); 7–14 – productive VPA of the Malyi Ural VPB: 7–10 – Sob' gabbro-diorite-tonalite-plagiogranite complex (D_{1-2s}) productive for gold-sulfide-quartz and porphyry molybdenum-copper mineralization: 7 – plagiogranites, tonalites (pyδ), 8, 9 – diorites, quartz diorites (δ-qb) (β – undivided, 9 – potentially ore-bearing hypabyssal facies), 10 – gabbro, gabbro-diorites (v-vδ); 11, 12 – Malyi Ural formation: I1 – upper subformation (S₂-D₂mi₂): trachybasalt, trachyandesite, trachydacite lavas and tufts, 12 – lower subformation (mi₁) – basalt, andesibasalt lavas and tufts, volcanosedimentary rocks, the principal stratified units hosting gold-sulfide-quartz mineralization; 13 – reef limestones; basement and frame complexes of the Malyi Ural VPB: 14 – Voikar formation (O₃-S₁): basalts, jasperoids, 15, 16 – Kershor ultrabasic-gabbro complex (O₂₋₃) (15 – gabbroids (v), 16 – ultrabasites (vσ)); 17 – geological boundaries: (a) geological units, (b) facial; 18 – faults; 19 – potentially gold-bearing zones of chlorite-sericite-quartz metasomatites with pyrite mineralization: (a) – areal, (b) – linear; 20 – gold-sulfide-quartz-type mineralization: (a) ore occurrences and (b) mineral indications, 21 – mineral indications: (a) copper, (b) molybdenum, (c) cobalt, (d) iron; 22 – zones of intense sulfide mineralization, that were not previously sampled for gold; 23 – placer gold manifestations in heavy-mineral concentrate (HMC) and geochemical HMC samples; 24 – geochemical fields (Au + Ag + As) with the concentration ratios: (a) 5–6, (b) 6–8, (c) > 8; 25 – geochemical fields (Cu + Mo) with the concentration ratios: (a) 3–5, (b) 5–8, (c) > 8; 26 – contours of predicted ore clusters

малые интрузии и поля порфировых даек, ореолы метасоматических изменений и сульфидной минерализации, не оконтурены геохимические поля золота и элементов-спутников. В результате неравномерного сколового геохимического опробования выявлен ряд пунктов минерализации потенциальных спутников золота: около 10 пунктов с повышенными содержаниями меди, единичные пункты с повышенными содержаниями молибдена, свинца, цинка, серебра. Проявления кобальта и железа могут указывать на наличие потенциально золотоносной скарново-магнетитовой минерализации. Кроме того, установлено несколько протяжённых (до сотен и первых тысяч метров) зон сульфидной минерализации (не отражены на картах тех лет), которые вскрывались малометражными канавами с отбором единичных металлометрических проб на определение концентраций меди. На золото опробование не проводилось, однако оно отмечено в шлихах по некоторым водотокам.

В соответствии с изложенным результаты ГСР-50 не выявили комплекс критериев и признаков, достаточных для прогноза золото-сульфидно-кварцевого оруденения в пределах Кокпельского ПРУ. Вместе с тем, при последующих среднemasштабных тематических работах (А. Е. Степанов и др., 2011 г.) и подготовке ГГК-200 нового поколения (В. А. Расторгуев и др., 2012 г.) ряд таких критериев и признаков был установлен: отдельные порфировые интрузии, геохимические ореолы, отражающие не только прогнозируемую минерализацию золото-сульфидно-кварцевого типа – ореолы $Au + Ag + As$, но и ореолы $Cu + Mo$, которые могут отвечать проявлениям сопряжённой минерализации (молибден)-медно-порфирового типа. При этом часто наблюдается пространственное совмещение этих двух типов геохимических ореолов, что указывает на возможную комплексность оруденения и необходимость при поисковых работах на золото оценивать промышленную значимость сопутствующего медного оруденения.

Учитывая большое сходство Кокпельского ПРУ в геологическом строении с Манюкюским и присутствие метасоматических образо-

ваний с сульфидной минерализацией, аналогичных золотоносным метасоматитам более изученных площадей, перспективность Кокпельского ПРУ на выявление золото-сульфидно-кварцевого оруденения различных структурно-вещественных типов строится на аналогии геологической позиции и строения с более изученными Манюкюским и Тоупугол-Ханмейшорским узлами. Выявление прямых признаков золотого оруденения в пределах Кокпельского ПРУ предполагается в качестве основной задачи опережающих поисковых работ, и на их основе выделение и оконтуривания перспективных зон (участков) с золото-сульфидно-кварцевым и сопутствующим оруденением для заверки их горно-буровыми методами.

Погурейский ПРУ – 200 км² (см. рис. 4). Ещё одна площадь, в пределах которой предшествующими ГРП выявлен ряд признаков золотого оруденения, соответствующих разработанной геолого-поисковой модели, – Погурейский ПРУ, расположенный между Манюкюским и Кокпельским. Данный ПРУ приурочен к относительно поднятому тектоническому блоку, в строении которого участвуют преимущественно ордовикско-силурийские вулканогенные комплексы основания ВПП и интрузивы собского комплекса, что указывает на значительный эрозионный срез продуктивной ВПА. В связи с этим перспективы Погурейского ПРУ на выявление промышленного золотого оруденения меньше, чем в пределах Манюкюского и Кокпельского ПРУ, и данная площадь не рассматривается в качестве первоочередной в отношении постановки поисковых работ.

Завершая характеристику перспективных на выявление золотого оруденения площадей Таньюско-Лагортинского рудного района, следует отметить, что для успешного проведения дальнейших поисковых работ на изученных площадях необходимо установление или уточнение следующих поисковых признаков, соответствующих геолого-поисковой модели эталонных золоторудных объектов Тоупугол-Ханмейшорского рудного узла: проявлений вкрапленной и прожилково-вкрапленной золотоносной пиритовой минерализации; первичных и вторичных геохимических ореолов,



аномалий золота и элементов-спутников (Ag, Cu, Mo, Hg + As, Bi, Co, W, Pb, Zn, Ba); даек и малых интрузий порфировых диоритов и кварцевых диоритов; зон метасоматических изменений пород – альбитизации, окварцевания, серицитизации, пропилитизации, скарнирования; аномалий ВП, совпадающих с геохимическими аномалиями, – для руд в метасоматических зонах и аномалий магнитного поля, ВП и геохимических – для золото-магнетит-скарнового оруденения.

В практике поисковых работ на рассматриваемые типы золотого оруденения, проводимых в различных странах мира, в том числе в России и странах СНГ, успешно используется устоявшееся оптимальное сочетание методов: наземная электроразведка с определением проводимости и вызванной поляризации, магни-

тометрия (наземная или с применением современных малых летательных аппаратов), геохимические работы различных видов, а также геологическое картирование масштаба 1 : 25 000–1 : 10 000. Совмещение аномалий, обнаруженных этими методами, как правило, фиксирует участки развития золоторудной минерализации, масштабы и значение которой оцениваются традиционными горно-буровыми методами.

Результатом представленных в данной статье исследований и обобщений явились разработанные автором для рассматриваемых перспективных площадей обоснования постановки поисковых работ и включение этих площадей в «Пообъектный план (перечень объектов) геологоразведочных работ на твёрдые полезные ископаемые за счёт средств федерального бюджета на период до 2024 года».

Список литературы

1. Андреев А. В., Мансуров Р. Х. Типы руд золота и обстановки их нахождения на месторождениях Новогодненского рудного поля, Полярный Урал // Руды и металлы. – 2016. – № 3. – С. 23–38.
2. Беневольский Б. И., Волчков А. Г., Процкий А. Г. Перспективы создания сырьевой базы рудного золота в Полярноуральском регионе // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2004. – № 2. – С. 10–15.
3. Беневольский Б. И., Волчков А. Г., Риндзюнская Н. М., Процкий А. Г., Буляков Г. Х. Перспективы эндогенной и экзогенной золотоносности Полярного Урала // Труды II Полярно-Уральской научно-практической конференции. Тюмень – Салехард. – 2004. – С. 109–116.
4. Волчков А. Г., Гирфанов М. М., Новиков В. П. Перспективы развития минерально-сырьевой базы золота Полярного Урала (ЯНАО) // Проблемы освоения минерально-сырьевой базы твёрдых полезных ископаемых на Полярном Урале : сборник тезисов докладов конференции. – Салехард. – 2007. – С. 188–190.
5. Гирфанов М. М., Андреев А. В., Зеликсон Б. С., Мансуров Р. Х., Сапожников В. Г. Перспективы развития минерально-сырьевой базы золота Полярного Урала (ЯНАО) // Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений – достижения и перспективы : сборник тезисов докладов научно-практической конференции. – М. : ЦНИГРИ, 2008. – С. 55–56.
6. Двуреченская С. С., Кряжев С. Г., Андреев А. В. Условия формирования золото-скарнового месторождения Новогоднее-Монто по минералого-геохимическим данным // Роль минералогии в познании процессов рудообразования : материалы годичной сессии Московского отделения Российского минералогического общества, посвящённой 110-летию со дня рождения академика А. Г. Бетехтина (28–29 мая 2007 г.). – М., 2007. – С. 139–143.
7. Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Методическое руководство. Выпуск «Золото» / под ред. Б. И. Беневольского. – М. : ЦНИГРИ, 2002. – 182 с.

References

1. Andreev A. V., Mansurov R. Kh. Tipy rud zolota i obstanovki ikh nakhozhdeniya na mestorozhdeniyakh Novogodnenskogo rudnogo polya, Polyarnyi Ural [The types and geological settings of gold ore mineralization in the Novogodnoe ore field, Polar Urals], *Rudy i metally* [Ores and Metals], 2016, No 3, pp. 23–38. (In Russ.).
2. Benevol'skii B. I., Volchikov A. G., Protskii A. G. Perspektivy sozdaniya syr'evoi bazy rudnogo zolota v Polyarnoural'skom regione [Prospects for the creati-

- on of mineral resource base of ore gold in the Polar Urals region], *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie* [Mineral resources of Russia. Economics and Management], 2004, No 2, pp. 10–15. (In Russ.).
3. Benevol'skii B. I., Volchkov A. G., Rindzyunskaya N. M., Protskii A. G., Bulyakov G. Kh. Perspektivy endogennoi i ekzogennoi zolotonosnosti Polyarnogo Urala [Mineral resources of Russia. Economy and control of the endogenous and exogenous gold relations of the Polar Urals], *Trudy II Polyarno-Ural'skoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Tyumen' – Salekhard* [Proceedings of the II Polar-Ural Scientific and Practical Conference. Tyumen – Salekhard], 2004, pp. 109–116. (In Russ.).
 4. Volchkov A. G., Girfanov M. M., Novikov V. P. Perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoi bazy zolota Polyarnogo Urala (YaNAO) [Prospects for the development of the mineral resource base of the gold of the Polar Urals (YNAO)], *Problemy osvoeniya mineral'no-syr'evoi bazy tverdykh poleznykh iskopaemykh na Polyarnom Urale: sbornik tezisov dokladov konferentsii* [Problems of the development of the mineral resource base of solid minerals in the Polar Urals: Collection of Abstracts of the Conference Reports], Salekhard, 2007, pp. 188–190. (In Russ.).
 5. Girfanov M. M., Andreev A. V., Zelikson B. S., Mansurov R. Kh., Sapozhnikov V. G. Perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoi bazy zolota Polyarnogo Urala (YaNAO) [Prospects for the development of the mineral and resource base of the gold of the Polar Urals (YNAO)], *Prognoz, poiski, otsenka rudnykh i nerudnykh mestorozhdenii – dostizheniya i perspektivy: sbornik tezisov dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Forecast, searches, assessment of ore and non-metallic deposits – Achievements and prospects: Collection of Abstracts of the reports of the Scientific and Practical Conference], Moscow, TsNIGRI Publ., 2008, pp. 55–56. (In Russ.).
 6. Dvurechenskaya S. S., Kryazhev S. G., Andreev A. V. Usloviya formirovaniya zoloto-skarnovogo mestorozhdeniya Novogodnee-Monto po mineralogo-geokhimicheskim dannym [Conditions for the formation of the gold-skarn deposit of Novogodnee Monto in mineral-geochemical data], *Rol' mineralogii v poznanii protsessov rudoobrazovaniya: materialy godichnoi sessii Moskovskogo otdeleniya Rossiiskogo mineralogicheskogo obshchestva, posvyashchennoi 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika A. G. Betekhtina (28–29 maya 2007 g.)* [The role of mineralogy in the knowledge of the ore formation processes: materials of the annual session of the Moscow branch of the Russian mineralogical society dedicated to the 110th anniversary of the birth of Academician A. G. Betekhtin (May 28–29, 2007)], Moscow, 2007, pp. 139–143. (In Russ.).
 7. Otsenka prognoznnykh resursov almazov, blagorodnykh i tsvetnykh metallov. Metodicheskoe rukovodstvo. Vypusk “Zoloto” [Evaluation of the forecast resources of diamonds, noble and non-ferrous metals. Methodical manual. Issue “Gold”], Moscow, TsNIGRI Publ., 2002, 182 p.

Автор

Андреев Антон Вадимович

старший научный сотрудник
aandreev@tsnigri.ru

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов», г. Москва

Author

Andreev Anton Vadimovich

Senior researcher
aandreev@tsnigri.ru

FSBI Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, Moscow, Russia