

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ МАНИТАНЫРДСКОГО РАЙОНА И ПЕРСПЕКТИВЫ НАРАЩИВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА, ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ

Приведены общие сведения о геологическом строении и золотоносности Манитанырдского района, расположенного на западном склоне Полярного Урала. Выделена Нияюская рудная зона, дана характеристика рудопоявлений Верхняяюское-2, Нияхойское-2, Ягодное. Показано, что наряду с жильной золото-сульфидно-кварцевой минерализацией широко развита обособленная от кварцевых жил вкрапленная и прожилково-вкрапленная минерализация, также представляющая промышленный интерес. Золото в рудах находится в виде мельчайших включений в арсенопирите и пирите, а также наблюдается в секущих их трещинах в сростании с более поздними сульфидами, что свидетельствует о проявлении двух стадий рудообразования: золото-пирит-арсенопиритовой и золото-халькопирит-сфалерит-галенитовой. Представлены результаты литохимических поисков, установлены участки с повышенным содержанием золота. Оценены перспективы наращивания ресурсного потенциала района.

Ключевые слова: золото, Полярный Урал, Манитанырдский район, золотосульфидная минерализация, Нияюская рудная зона, рудопоявление, ресурсный потенциал.

На Урале в условиях истощения сырьевой базы золота обостряется проблема обоснования перспективных площадей для постановки поисковых работ. В связи с этим представляет интерес север Урала, где имеется ряд относительно слабоизученных золотоносных районов. Одним из них является Манитанырдский район на западном склоне Полярного Урала в Воркутинском районе Республики Коми.

Плановые геолого-съёмочные работы в регионе с составлением карт разного масштаба (геологических, структурно-фациальных, тектонических, прогнозных, полезных ископаемых) ведутся в течение многих лет. С 1960 по 1983 г. выполнена геологическая съёмка м-ба 1:50 000 (О. В. Суздальский, 1961 г., В. Н. Гессе, 1960 г., Б. Я. Дембовский, 1965 г., 1983 г. и др.). В конце 1990-х – начале 2000-х гг. изданы и подготовлены к изданию государственные геологические карты м-бов 1:1 000 000, 1:500 000, 1:200 000, 1:50 000, составлена легенда Полярно-Уральской серии листов Госгеолкарты-200 (М. А. Шишкин, 1998 г., 2005 г.).

Поисковые работы на золото в пределах Манитанырдского района начались одновременно с геологической съёмкой (М. Н. Парханов, 1949 г.; А. В. Колпаков, 1961 г. и др.). С 1962 по 1965 г. выполнен большой объём работ, включая проходку канав, траншей, штолен, бурение скважин (К. Н. Севастьянов и др., 1965 г.). В 1985 г. поисковые работы были возобновлены (А. М. Чулаевский и др., 1988 г.). В 2006–2009 гг. проведены прогнозно-поисковые работы с ревизией отдельных рудопоявлений и литохимическим опробо-



**Ефанова
Людмила Ивановна**

кандидат геолого-минералогических наук
старший геолог¹
gmin2004@mail.ru

**Кузнецов
Сергей Карпович**

доктор геолого-минералогических наук
главный научный сотрудник¹
kuznetsov@geo.komisc.ru

**Тарбаев
Михаил Борисович**

кандидат геолого-минералогических наук
начальник отдела геологии
и лицензирования²
komy@rosnedra.gov.ru

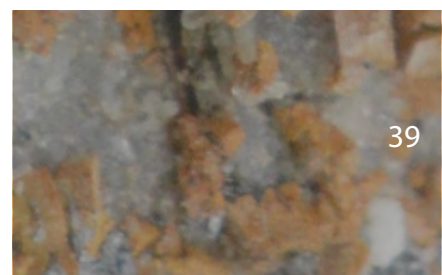
**Майорова
Татьяна Петровна**

кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник^{1,3}
mayorova@geo.komisc.ru

¹ Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар

² Отдел геологии и лицензирования
Департамента по недропользованию
по Северо-Западному ФО (Коминедра),
г. Сыктывкар

³ ФГБОУ ВО «Сыктывкарский
государственный университет
имени Питирима Сорокина»,
г. Сыктывкар



ванием м-ба 1:25 000 (Л. И. Ефанова и др., 2009 г.). Большой вклад в изучение золотоносности района внесён также сотрудниками научно-исследовательских институтов: ЦНИГРИ, ИГГ УрО РАН, ИГ Коми НЦ УрО РАН. Результаты работ изложены в ряде производственных отчётов и частично опубликованы [1, 4, 6, 7].

К настоящему времени в результате поисковых работ в Манитанырдском районе выявлены крупное рудопроявление Верхненяюское-2, рассматривающееся как месторождение, и ряд более мелких и относительно слабоизученных проявлений – Верхненяюское-1, Нияхойское-1, Нияхойское-2, Верхнелекелецкое, Ягодное – и пунктов минерализации. В северной части района установлена золотоносная россыпь Естошор.

Авторами данной статьи, принимавшими участие в прогнозно-поисковых работах, проанализированы имеющиеся геологические материалы по золотоносности Манитанырдского района, уточнены закономерности развития золотосульфидной минерализации, получены новые сведения о вещественном составе руд, оценены возможности наращивания ресурсного потенциала.

Основные черты геологического строения района. В геологическом отношении Манитанырдский район представляет собой крупную антиклинальную структуру, ориентированную в северо-восточном направлении. Основная площадь района сложена позднерифейско-вендскими вулканитами бедамельской серии (R_3-V_2bd) и осадочными отложениями энганэпейской свиты позднего вендраннего кембрия (V_2-E,en) (рис. 1). Породы бедамельской серии – лавы и туфы базальтов, андезиты, дациты, риолиты. Мощность её 2000–2700 м. Энганэпейская свита характеризуется флишоидным переслаиванием туфопесчаников, туфоалевролитов и туфогравелитов. Мощность 1200–1500 м. С отчётливым угловым несогласием на размытой поверхности пород бедамельской и энганэпейской свит залегают отложения манитанырдской серии позднего кембрия – раннего ордовика ($E-O,mnt$): конгломераты, гравелиты, кварцитопесчаники, алевролиты. На западном склоне хр. Манитанырд мощность серии составляет 500 м, возрастая в восточном направлении до 800 м.

Интрузивные породы в основном представлены габбродолеритами леквожского комплекса раннего ордовика ($v\beta, O_1lk$), прорывающими породы бедамельской серии и энганэпейской свиты. Габбро-

долеритовые интрузии, в том числе дайки, обычно вытянуты в северо-восточном направлении в соответствии с преимущественным простиранием геологических структур.

Манитанырдская антиклиналь осложнена складчатостью более высоких порядков. Преобладающее простирание складчатых структур северо-восточное, падение осевых плоскостей юго-восточное под углами 60–75°. Шарниры складок погружаются как на северо-восток, так и на юго-запад. Синклинальные структуры сложены преимущественно отложениями манитанырдской свиты.

Широко распространены разрывные нарушения разной ориентировки. В центральной части района хорошо выражена тектоническая зона северо-восточного простирания (аз. пр. 25–30°). Эта зона, протягивающаяся на 25 км при ширине около 3–4 км, представляет собой пакет сближенных сместителей взбросо-сдвигового типа с амплитудой горизонтального смещения около 0,5–1 км. Весьма характерны интенсивное расланцевание, трещиноватость пород, их метасоматические изменения (серицитизация, хлоритизация, эпидотизация).

Заложение разрывных нарушений северо-восточного простирания происходило, вероятно, в доордовикское время, о чём свидетельствует их слабое проявление в отложениях манитанырдской серии. Вместе с этим не вызывает сомнений подновление многих нарушений в ордовике при внедрении габбродолеритов, а также в более позднее время.

Все породы района претерпели региональный метаморфизм зеленосланцевой фации (характерны такие минералы, как актинолит, хлорит, альбит, серицит, эпидот, кварц, карбонаты, лейкоксен). Широко развиты гидротермальные кварцевые, сульфидно-кварцевые, кварц-карбонатные, кварц-хлоритовые, кварц-тремолитовые, кварц-эпидотовые жилы и прожилки, выполняющие в основном трещины северо-восточного простирания, ориентированные согласно сланцеватости пород. Форма жил линзовидная, плитовидная, мощность варьирует от первых сантиметров до 20–30 см. Встречаются жилы, залегающие в трещинах, секущих сланцеватость пород по падению или по простиранию. Преимущественно в западной части района развиты хрусталеносные кварцевые жилы. Около жил, как и вдоль разрывных нарушений, породы нередко серицитизированы, хлоритизированы, эпидотизированы.

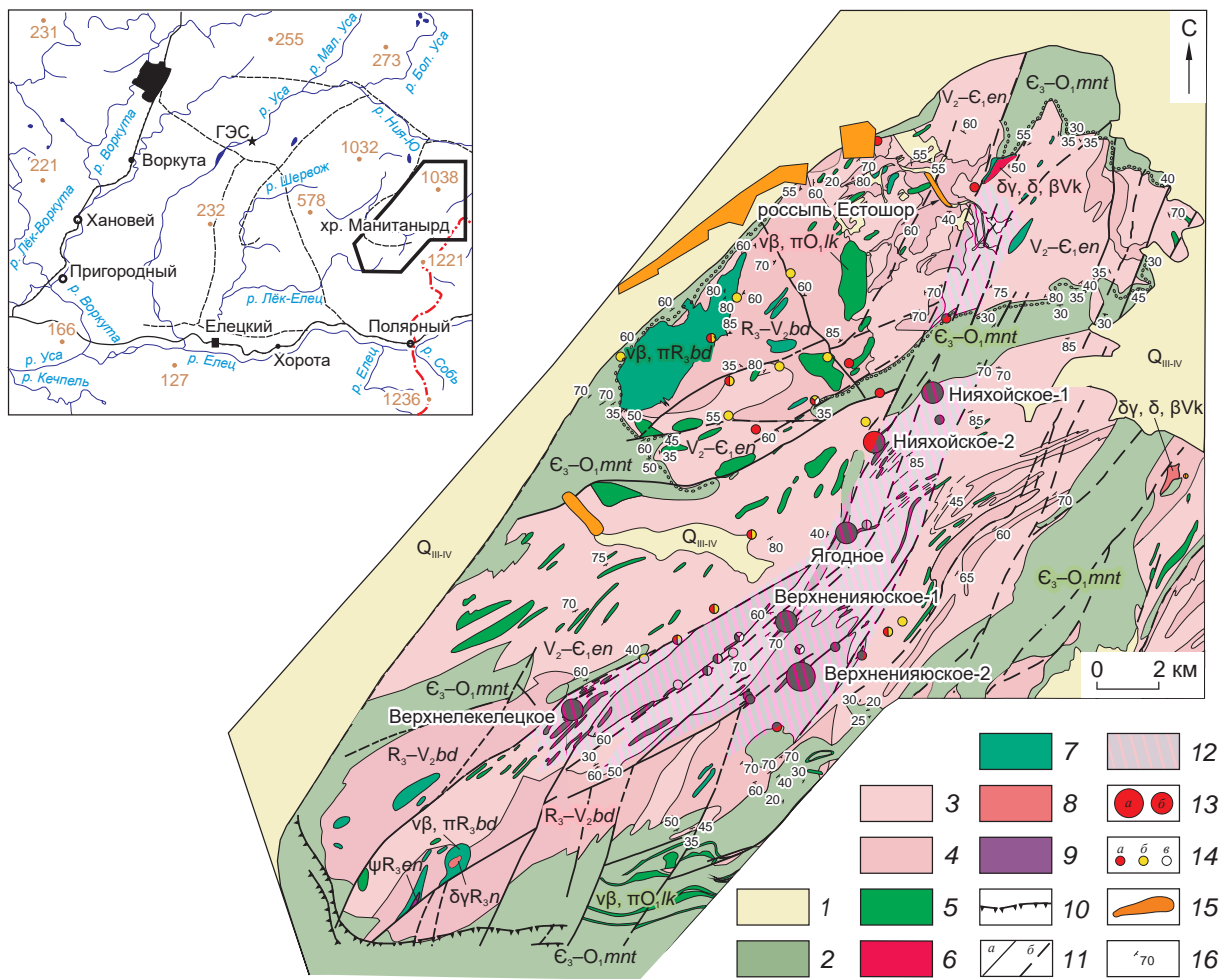


Рис. 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗОЛОТОРУДНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ МАНИТАНЫРДСКОГО РАЙОНА (с использованием материалов Б. Я. Дембовского, 1983 г., М. А. Шишкина, 2005 г.):

1 – четвертичные отложения; 2 – манитанырдская серия позднего кембрия – раннего ордовика нерасчленённая: конгломераты, гравелиты, кварцитопесчаники; 3 – энганэпейская свита позднего венда – раннего кембрия: флишоидное переслаивание глинистых, алевролитистых сланцев, песчаников; 4 – бедамельская серия позднего рифея – венда: эффузивы основного, среднего, реже кислого составов, их туфы; интрузивные образования; 5 – леквожский комплекс: оливиновые габбро и долериты, пикродолериты; 6 – кызыгейский комплекс габбродiorитовый плутонический: диориты, гранодиориты, плагиограниты; 7 – экструзивно-субвулканические образования вулканитов нижней толщи бедамельской серии: габбро, габбродолериты; 8 – няюский комплекс плагиогранит-тоналитовый плутонический: диориты, гранодиориты, плагиограниты; 9 – энганэпейский комплекс гипербазитовый плутонический: серпентиниты апоперидотитовые, апопироксенитовые; 10 – тектонические покровы; 11 – разрывные нарушения: а – достоверные по геологическим данным, б – предполагаемые; 12 – Няюская рудная зона; 13 – золоторудные месторождения (а) и проявления (б); 14 – пункты минерализации: а – золота, б – серебра, в – мышьяка; 15 – россыпные проявления золота; 16 – элементы залегания пород

Золотосульфидная, золото-сульфидно-кварцевая минерализации локализованы в породах энганэпейской свиты и бедамельской серии и контролируются разрывными нарушениями преимущественно северо-восточного простирания. Можно выделить протягивающуюся через весь район с юго-

запада на северо-восток Няюскую рудную зону, в пределах которой находятся все основные рудопроявления золота, пункты минерализации мышьяка и серебра [2]. К наиболее значимым относятся рудопроявления Верхняянюское-2 и Няюское-2.

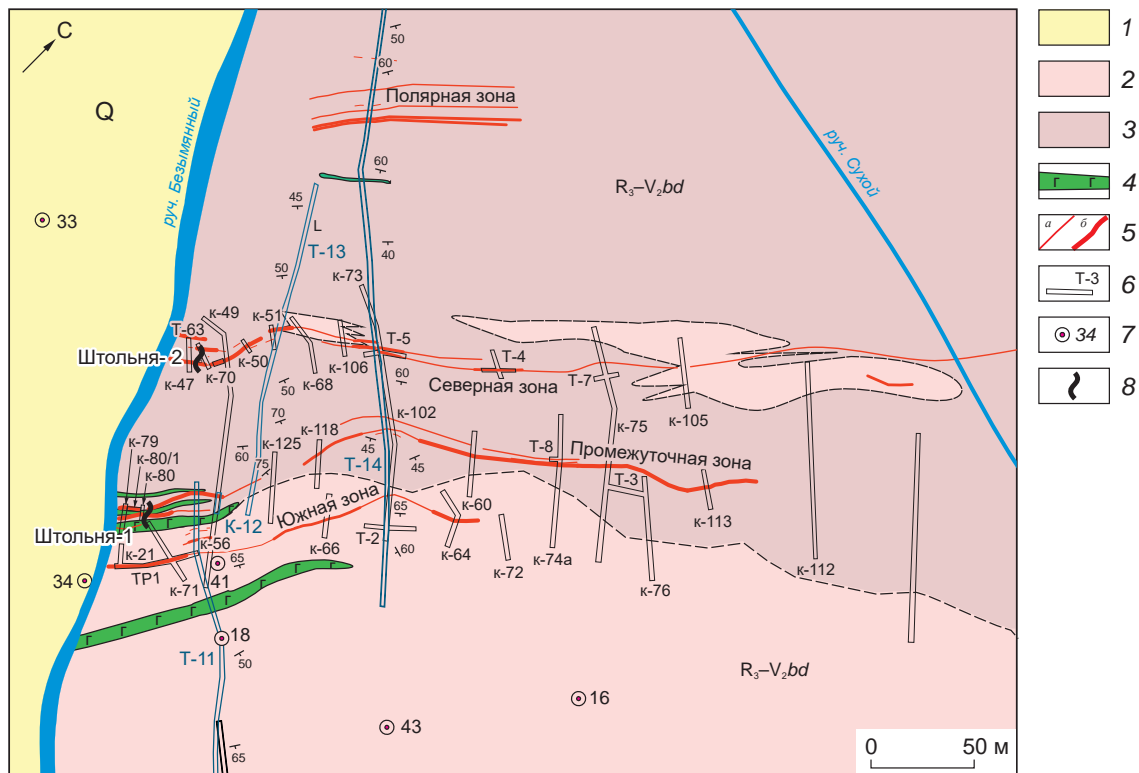


Рис. 2. СХЕМА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕРХНЕИЮСКОЕ-2:

1 – четвертичные делювиальные и моренные отложения; бедамельская серия позднего рифея – венда: 2 – туфоалевролиты, туфопесчаники, 3 – базальты, андезиты и их туфы, зелёные сланцы; 4 – долериты, габродолериты левжоского комплекса; 5 – рудные тела с содержанием Au > 1 г/т мощностью от 0,05 до 0,4 м (а), > 0,4 м (б); б – канавы, траншеи, их номера; 7 – скважины, их номера; 8 – штольни

Рудопроявление Верхнеиюское-2 расположено на правом берегу руч. Безымянный в 200 м выше впадения руч. Сухой. Вмещающие породы представлены рассланцованными и гидротермально изменёнными вулканитами бедамельской серии, участками эпидотизированными, карбонатизированными. Залегание пород моноклинальное, простирание северо-восточное (35–50°), падение на юго-восток под углом 60–70°.

В 1960-х гг. на площади 0,2 км² были пробурены 53 скважины, пройдены поверхностные и подземные горные выработки, проведено бороздовое и керновое опробование сульфидно-кварцевых жил и околожильных пород, выполнены технологические испытания руд. Прослежены три рудные зоны – Северная, Промежуточная и Южная, ориентированные в северо-восточном направлении и отстоящие друг от друга на 30–40 м (рис. 2). Без утверждённых кондиций подсчитаны запасы категории С₁+С₂ золота – 3,4 т, серебра – 10,9 т, мышьяка – около

12 тыс. т. Месторождение (проявление) отнесено к мелким с упорными рудами. В ходе более поздних работ дополнительно выделена Полярная зона.

По простиранию рудные зоны протягиваются на 1200 м, по падению – на 240 м, их мощность составляет 4–6 м. В рудных зонах развиты многочисленные сульфидно-кварцевые и сульфидные прожилки и жилы. Последние выполняют трещины скалывания и ориентированы преимущественно согласно сланцеватости и слоистости пород, но иногда занимают кососекущие положение. Отмечаются также безрудные кварцевые, хлорит-кварцевые жилы.

Мощность сульфидно-кварцевых жил и прожилков колеблется от нескольких сантиметров до первых десятков сантиметров. Наблюдаются раздувы до 0,5–0,8 м, которые очень быстро переходят в прожилки и вскоре выклиниваются. Околожильные породы обычно сильно рассланцованы, карбонатизированы, эпидотизированы, иногда пре-

вращены в глиноподобную бурю массу, а жилы часто брекчированы, что объясняется проявлением пострудных тектонических подвижек.

По минеральному составу руды месторождения Верхнеиясское-2 преимущественно пиритовое, арсенопирит-пиритовое. Текстуры руд массивные, полосчатые, сплошные, вкрапленные, прожилково-вкрапленные, пятнистые, структуры неравномернозернистые, аллотриоморфнозернистые, гипидиоморфнозернистые. Содержание сульфидов в рудных жилах достигает 50 %.

Содержание Au по данным пробирного анализа бороздовых проб колеблется от следов в породах, вмещающих сульфидно-кварцевые жилы, до 29,7 г/т в самих жилах и иногда достигает 92,4 г/т на мощность 0,2 м. Пропорционально повышению содержания золота возрастает количество серебра, но встречаются участки, как на поверхности, так и на глубине, где его содержание увеличивается до 70,2 г/т при отсутствии золота (Северная зона). Наиболее богатые руды характерны для приповерхностных участков юго-западного окончания зон. Среднее содержание Au в рудах в целом по проявлению составляет 4,8 г/т, Ag – 15 г/т на среднюю мощность 0,64 м.

Наряду с пиритом и арсенопиритом в рудах присутствуют пирротин, пентландит, сфалерит, галенит, халькопирит, тетраэдрит и теннантит, кубанит, штернберgit, фрейберgit, аурустибит, электрум, кюстелит, самородный висмут, а также вторичные гипергенные минералы – халькозин, ковеллин, гётит, лимонит, скородит, церуссит [4].

Распределение сульфидов в пределах жил весьма неравномерное. Отмечаются прожилки, гнездовые скопления, единичные вкрапления в жильном кварце. Пирит представлен зёрнами или кристаллами кубической, пентагондодекаэдрической формы размером 1,5–2 мм. Арсенопирит наблюдается в виде индивидов шестоватой, короткостолбчатой или сложной формы размером до 0,5 мм, а в отдельных случаях до 2 мм. В составе пирита в качестве примеси иногда присутствует As (до 3,3 мас. %), в арсенопирите – Sb (до 3,2 мас. %). Зёрна и агрегаты арсенопирита и пирита нередко сильно катаклазированы, в них встречаются включения халькопирита, галенита, сфалерита и других сульфидов, часто приуроченные к трещинам. Весьма характерно замещение пирита бурими гидроксидами железа, арсенопирита скородитом. Халькопирит, сфалерит и галенит распространены довольно широко,

но содержание их в рудах ниже, чем пирита и арсенопирита. В галените иногда в небольшом количестве устанавливаются Ag (до 1,5 мас. %), Bi и Th. Пирротин, тетраэдрит и теннантит отмечаются редко. В составе тетраэдрита присутствует Ag, содержание которого бывает значительным (до 15,4 мас. %), соответствующим самостоятельной минеральной фазе – фрейбергиту.

Самородное золото обнаруживается в протоочках проб, отобранных из обогащённых сульфидными участками жил и вмещающих пород, в полированных шлифах. В протоочках золото преимущественно мелкое (< 0,2 мм), хотя иногда фиксируются частицы до 2–7 мм в поперечнике. Форма частиц золота сложная, цвет жёлтый, зеленовато-жёлтый, красновато-жёлтый. Отмечаются частицы в форме дендритов, пластин и индивидов с фрагментами огранки.

В полированных шлифах золото наблюдается в виде мельчайших обособленных изометрических включений в арсенопирите и пирите (рис. 3). Размер таких выделений золота 1–5 мкм. Вместе с этим имеются относительно крупные (до 10–50 мкм) частицы вытянутой неправильной формы, отвечающие поздней генерации и находящиеся в микротрещинах в пирите и арсенопирите часто вместе с халькопиритом, галенитом, сфалеритом.

Согласно результатам микроскопического анализа основным примесным элементом в золоте является серебро, отмечается ртуть. В субмикронных выделениях золота, характерных для пирита и арсенопирита, содержание Ag обычно составляет 8–10 мас. %, иногда достигает 15–20 мас. %. В золоте, наложенном по микротрещинам на зёрна арсенопирита и пирита и часто находящемся в ассоциации с галенитом, халькопиритом, сфалеритом, содержание серебра, как правило, значительно выше. Нередко встречаются зёрна, в составе которых содержание Ag выше, чем Au, и достигает 61 мас. %. Почти всегда в золоте присутствует Hg в количестве до 3,6 мас. %; Cu фиксируется редко и в небольшом количестве. Содержание серебра и других примесей в пределах частиц золота в той или иной степени варьирует. Иногда наблюдаются каймы, отличающиеся относительно высоким содержанием серебра.

Пробность золота колеблется от 500 до 940 ‰. Наиболее высокой пробностью обладает золото, находящееся в виде субмикронных обособленных включений в пирите и арсенопирите. Пробность

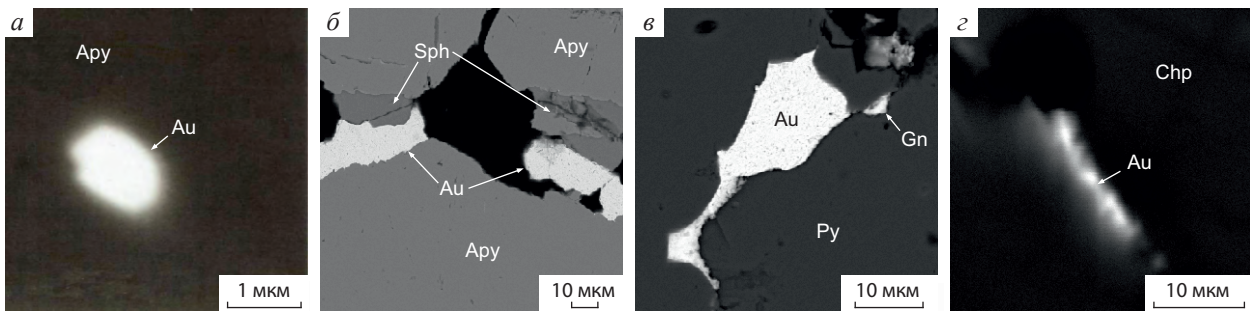


Рис. 3. ЗОЛОТО В РУДАХ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕРХНЕНИЯЮСКОЕ-2:

a – мельчайшее включение золота в арсенопирите; *б, в* – золото, галенит, сфалерит, развивающиеся по трещинам в арсенопирите и пирите; *г* – золото в халькопирите; Ару – арсенопирит, Ру – пирит, Сhp – халькопирит, Sph – сфалерит, Gn – галенит, Au – золото. Изображения в обратноотражённых электронах

золота поздней генерации, развивающегося совместно с халькопиритом, сфалеритом и галенитом по трещинам в арсенопирите и пирите, как правило, ниже (500–700 %) из-за высокого содержания серебра, наличия ртути, меди. Частицы с высоким содержанием серебра представляют собой самостоятельные минеральные фазы – кюстелит (Ag_3Au) и электрум (AuAg). В одном случае обнаружен купроаурид с содержанием Cu до 21,8 мас. %, Ag – 4,2–5,1 мас. %, Ni – 1,3 мас. %.

Результаты минералогических исследований свидетельствуют о стадийности рудообразования. Вначале на кварцевые жилы и околожилные породы наложилась пирит-арсенопиритовая минерализация с микровключениями тонкого золота. Затем, после проявления тектонических подвижек, вызвавших катаклиз руд, произошло отложение халькопирита, галенита, сфалерита и относительно крупного золота поздней генерации. Таким образом, достаточно обоснованно выделяются две стадии рудообразования: золото-пирит-арсенопиритовая и золото-халькопирит-галенит-сфалеритовая.

Рудопроявление Нияхойское-2 расположено на левом берегу р. Ния-Ю в 8 км северо-восточнее проявления Верхнеияюское-2. В 1962–1963 гг. на участке пробурены четыре скважины, пройдены канавы, отобраны семь керновых проб и 93 бороздовые. В 2008 г. в центральной части проявления пройдена траншея (Т-19) протяжённостью 119,7 м, позволившая провести непрерывное опробование, изучить оруденение и зону разлома, контролирующего размещение рудной минерализации.

Рудопроявление Нияхойское-2 приурочено к разлому север-северо-восточного простирания

и локализовано в туфоалевролитах и туфопесчаниках энганэпейской свиты, прорванных в восточной части долеритами леквожского комплекса (рис. 4). Вдоль разлома прослежена рудная зона, протягивающаяся на 160 м при средней мощности 13,6 м. В пределах зоны породы катаклазированы, хлоритизированы, серицитизированы, карбонатизированы, пиритизированы, лимонитизированы, наблюдается большое количество маломощных кварцевых, кварц-хлоритовых, кварц-карбонатных, кварц-сульфидных, сульфидных жил и прожилков.

На рис. 5 приведены результаты геологической документации и опробования северо-западного фланга траншеи Т-19 (расчистка Р-19). Здесь в 20-метровом интервале туфопесчаников к востоку от интрузии долеритов наблюдаются многочисленные кварц-сульфидные и сульфидные (пирит-арсенопиритовые) прожилки. Вмещающие их породы сильно катаклазированы и лимонитизированы. Рудные прожилки и вкрапленная сульфидная минерализация ориентированы согласно сланцеватости пород, совпадающей со слоистостью. Длина жил и прожилков достигает 1–3 м, мощность 1–30 см.

По минеральному составу руды существенно арсенопиритовые с подчинённым количеством пирита. Текстуры руд массивные, полосчатые, структуры мелко- и среднезернистые с участками крупнозернистых, аллотриоморфнозернистых до гипидиоморфнозернистых. Содержание сульфидов в рудных жилах и прожилках достигает 70 %, во вмещающих породах 1–2 %.

Содержание Au в бороздовых пробах, отобранных из минерализованных катаклазированных по-

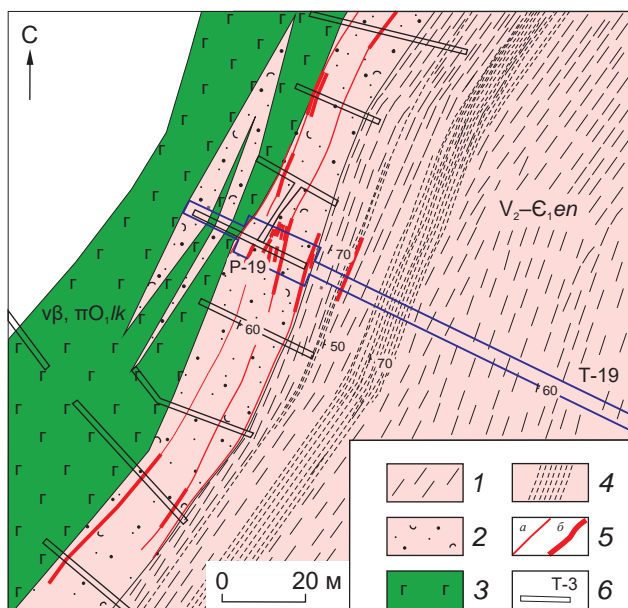


Рис. 4. СХЕМА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ НИЯХОЙСКОЕ-2:

енганэпейская свита позднего венда – раннего кембрия: 1 – катаклазированные туфоалевросланцы, 2 – туфопесчаники; 3 – долериты леквожского комплекса; 4 – глина трения (сместитель разлома); 5 – кварц-сульфидные жилы с содержанием Au $n-0,1$ г/т (а), > 1 г/т (б); 6 – горные выработки

род с окисленным вкрапленным пиритом, изменяется от 0,03 до 0,089 г/т и может достигать 2,24 г/т на 1 м мощности. В глинке трения, вскрытой в средней части траншеи Т-19, содержание Au возрастает до 0,77–1,5 г/т на мощность 2,7 м (см. рис. 4). С появлением в интервалах опробования сульфидных и сульфидно-кварцевых прожилков содержание золота резко повышается и достигает сотен г/т (в одной из штучных проб пирит-арсенопиритового состава – 1713 г/т). В целом по рудопроявлению среднее содержание Au в рудах составляет 7,8 г/т.

В составе руд в ассоциации с арсенопиритом, пиритом установлены халькопирит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, айкинит, самородный висмут, а также гипергенные минералы – ковеллин, скородит, окисульфосоли свинца с висмутом [5, 6]. Арсенопирит образует сплошные зернистые массы. Форма отдельных индивидов удлинённая шестоватая или относительно изометрическая. Большинство зёрен арсенопирита разбито многочисленными трещинками вследствие катаклаза, по которым развивается скородит (рис. 6). Пирит встречается в подчинённом количестве, распределён неравномерно и образует единичные вкрапления или скопления разных формы и размера в основной массе арсенопирита. Пирит представлен кристаллами кубической, реже октаэдрической формы, или гипи-

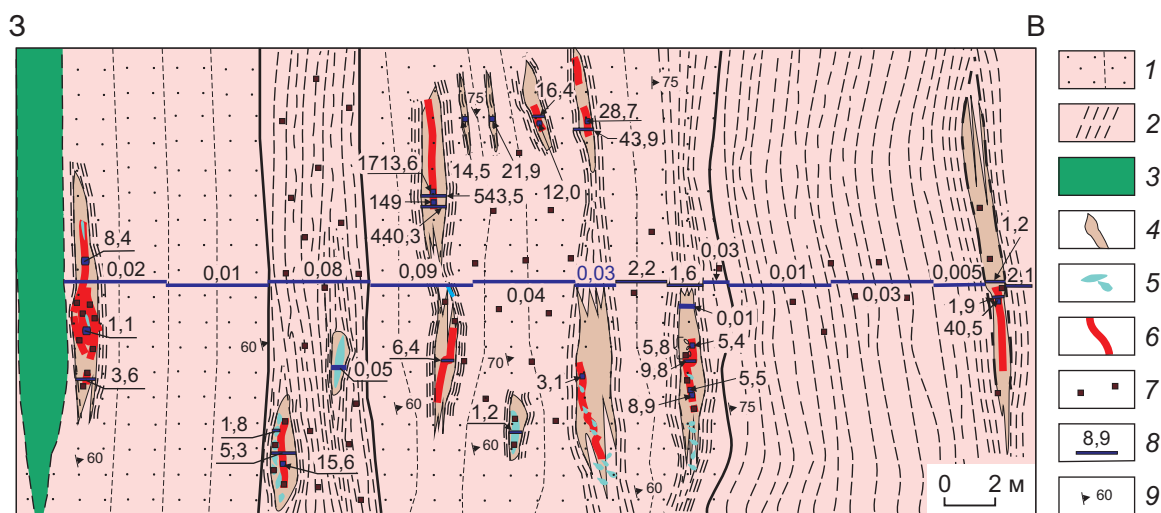


Рис. 5. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РУДНОЙ ЗОНЫ ПРОЯВЛЕНИЯ НИЯХОЙСКОЕ-2 И РЕЗУЛЬТАТЫ БОРОЗДОВОГО ОПРОБОВАНИЯ (расчистка Р-19):

1 – катаклазированные туфопесчаники; 2 – катаклазированные туфоалевролиты; 3 – долериты; 4 – зоны лимонитизации; 5 – кварцевые жилы с переменным содержанием карбоната, хлорита; 6 – золотоносные прожилки, сложенные лимонитом и скородитом; 7 – вкрапления окисленного пирита; 8 – бороздовые и задирковые пробы, содержание Au, г/т; 9 – элементы залегания слоистости (сланцеватости)

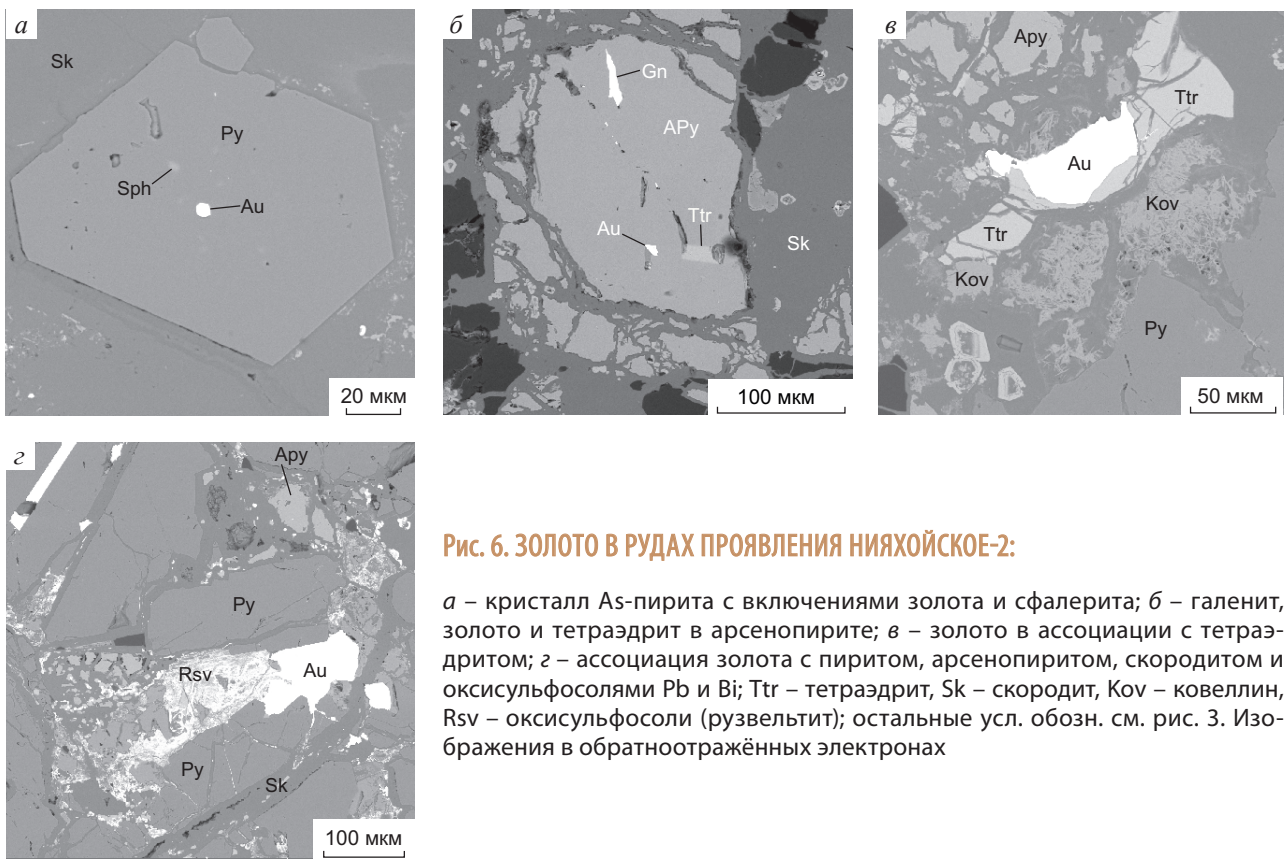


Рис. 6. ЗОЛОТО В РУДАХ ПРОЯВЛЕНИЯ НИЯХОЙСКОЕ-2:

а – кристалл As-пирита с включениями золота и сфалерита; *б* – галенит, золото и тетраэдрит в арсенопирите; *в* – золото в ассоциации с тетраэдритом; *г* – ассоциация золота с пиритом, арсенопиритом, скородитом и оксисульфосолями Pb и Bi; Ttr – тетраэдрит, Sk – скородит, Kov – ковеллин, Rsv – оксисульфосоли (рузвельтит); остальные усл. обозн. см. рис. 3. Изображения в обратноотражённых электронах

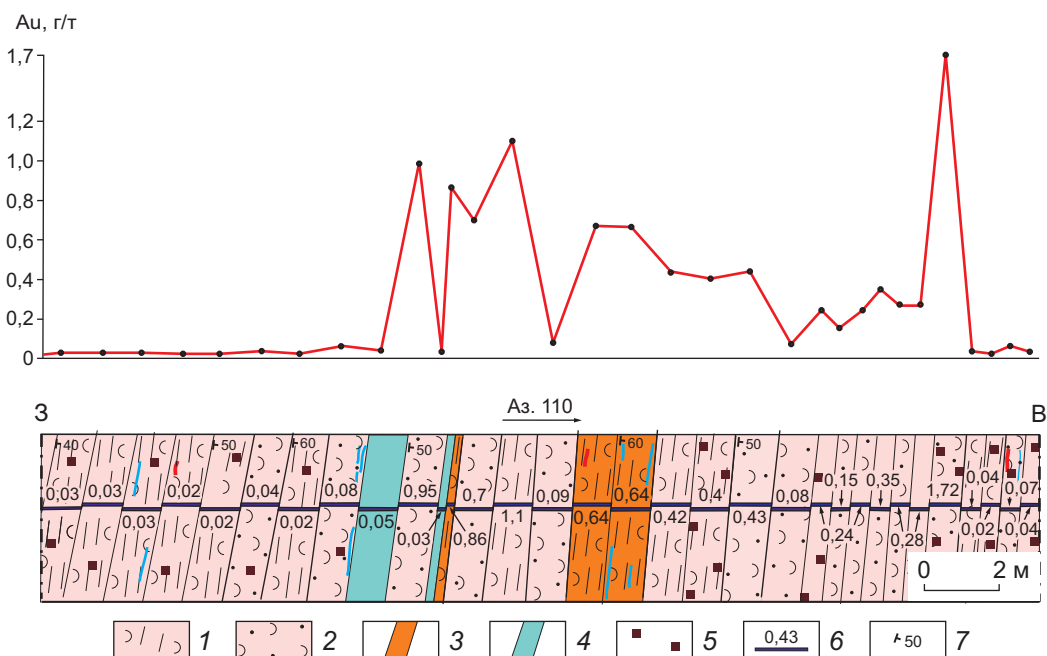


Рис. 7. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РУДНОЙ ЗОНЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ЯГОДНОЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ БОРЗДОВОГО ОПРОБОВАНИЯ:

1 – катаклазированные туфоалевросланцы; 2 – катаклазированные туфопесчаники; 3 – зоны лимонитизации; 4 – кварцевые жилы; 5 – лимонитизированный пирит; 6 – борздовые и задирковые пробы, содержание Au, г/т; 7 – элементы залегания сланцеватости

диоморфными зёрнами. Он часто содержит примесь As (до 1,46 мас. %). В пирите и арсенопирите отмечаются микровключения сфалерита, галенита, тетраэдрита, золота. Халькопирит и тетраэдрит образуют ксеноморфные выделения удлинённой или близкой к изометрической формы. Сфалерит и галенит встречаются редко, обнаружены только в виде микровключений в арсенопирите (или скородите), пирите и кварце.

Самородное золото находится в сростаниях с арсенопиритом и другими сульфидами, часто отмечается в виде микровключений в пирите и арсенопирите (см. рис. 6). По гранулометрическому составу оно в основном относится к тонкодисперсному и пылевидному (0,001–0,05 мм), очень мелкому и мелкому (0,05–1,00 мм). Встречается также золото средней крупности размером до 1,5 мм. Форма частиц золота пластинчатая, чешуйчатая, комковидная, присутствуют дендритоиды и частично ограниченные индивиды.

Основные элементы-примеси в золоте – серебро и ртуть. Содержание Ag колеблется от 7,11 до 22,61 мас. %. Ртуть отмечается не всегда, её содержание составляет 1,23–8 мас. %. Пробность золота варьирует от 643 до 898 ‰. Преобладает умеренно высокопробное золото. Анализ состава поверхности золотин показал, что большинство из них имеют низкопробные оболочки (700–800 ‰), характерные для коренного золота. Вместе с этим у части золотин хорошо выражены высокопробные каймы, свидетельствующие о влиянии гипергенных процессов.

Формирование рудной минерализации, как и на проявлении Верхненияюское-2, было стадийным. Сульфидная минерализация наложена на кварцевые жилы, прожилки и вмещающие их породы. Первыми кристаллизовались арсенопирит и, вероятно, пирит, во многих случаях содержащие микровключения золота. Далее проявились тектонические подвижки, которые фиксируются структурами катаклаза арсенопирита и пирита. После этого отложились пирит, халькопирит, тетраэдрит, золото поздней генерации. Соответственно, можно выделить золото-пирит-арсенопиритовую и относительно слабо проявившуюся золото-халькопирит-галенит-сфалеритовую стадии.

При схожести минерального состава и условий рудообразования существенное различие между проявлениями Нияхойское-2 и Верхненияюское-2 – повышенное содержание золота не только в суль-

фидно-кварцевых жилах, но и во вмещающих их породах, характеризующихся широким развитием вкрапленной и прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализации. На наш взгляд, это обусловлено тем, что проявление Нияхойское-2 локализовано в зоне крупного разрывного нарушения в тектонически более активной зоне. В связи с проявлением подвижек породы сильно рассланцованы и катаклазированы, что способствовало движению восходящих рудоносных флюидов по многочисленным трещинам. Кроме того, руды этого проявления характеризуются преобладанием арсенопирита над пиритом, меньшей распространённостью галенита и сфалерита. Золото в основном высокопробное, ртуть в нём фиксируется реже, а серебросодержащие минеральные фазы – кюстелит и электрум – не отмечаются.

Другие золоторудные проявления Манитанырдского района Ягодное, Нияхойское-1, Верхненияюское-1, Верхнелекелецкое в значительной степени подобны проявлению Нияхойское-2. Они также локализованы в сильно рассланцованных и катаклазированных породах энганэпейской свиты. При этом проявление Верхнелекелецкое приурочено к дайке габбродолеритов леквожского комплекса, прорывающей отложения этой свиты.

Можно отметить рудопроявление Ягодное, расположенное в среднем течении руч. Ния-Вож между проявлениями Нияхойское-2 и Верхненияюское-1. Оно выявлено по результатам литохимического опробования. На месте комплексной аномалии (Au, Pb, Zn, Ag, As) пробурен профиль из трёх скважин и позднее пройдена траншея.

В зоне разлома северо-восточного простирания с восток-юго-восточным падением сместителя траншеей вскрыта пачка рассланцованных, катаклазированных и гидротермально изменённых туфопесчаников, туфоалевролитов энганэпейской свиты. Выделяется минерализованная зона мощностью около 14 м, в пределах которой породы хлоритизированы, эпидотизированы, развиты кварцевые прожилки и вкрапленность пирита (рис. 7). Содержание пирита не превышает 1–2 %.

Содержание золота в бороздовых пробах составляет десятки–сотни миллиграммов на тонну, а в двух пробах превышает 1 г/т. Валовое средневзвешенное содержание Au в границах рудной зоны составляет 0,55 г/т на мощность 14 м. В протоочных пробах изменённых и пиритизированных пород почти всегда обнаруживаются частицы золо-

та размером от 0,1 до 0,5 мм, при этом связь золота с кварцевыми прожилками не обнаруживается.

Мощность минерализованной зоны, вскрытой на глубине скважинами, составляет около 35 м. Несмотря на пунктирное опробование, в ней обнаружены золотоносные интервалы, где содержание золота колеблется от 1,35 до 3,75 г/т на мощность 0,1–3,2 м. Выявлено несколько сульфидно-кварцевых жил мощностью от 2 до 30 см с содержанием Au до 7,2 г/т.

Следует заметить, что приповерхностные части практически всех золоторудных проявлений Манитанырдского района затронуты процессами выветривания [3]. Выветрелые породы представлены рыхлыми обохренными сланцами, глинами с переменным количеством обломочного материала. По результатам горно-буровых работ золото-сульфидные руды окислены до глубины 150–190 м. Содержание золота в приповерхностных частях рудопроявлений иногда выше, чем на глубине. Основные глинистые минералы – иллит, нонтронит, каолинит, монтмориллонит. В глинах обычно присутствуют альбит, кварц, серицит. Анализ тяжёлой фракции шлихов глинистого рыхлого материала показывает значительное содержание окисленного пирита и арсенопирита. Встречаются частицы золота с хорошо выраженной высокопробной каймой гипергенного происхождения.

На рис. 8 представлены результаты литохимических поисков м-ба 1:25 000. Наиболее детальное опробование по инструментально проложенным профилям выполнено в зоне рудоконтролирующих нарушений северо-восточного простирания и в северо-восточной части района, где известна одноимённая золотоносная россыпь Естошор.

Литохимические пробы анализировались спектрохимическим (химико-атомно-эмиссионным) приближённо-количественным методом на Au с нижним пределом обнаружения 0,002 г/т, а также спектральным полуколичественным методом на 28 элементов (Sr, Ba, Ti, Mn, Cr, V, Ni, Co, Cu, Ag, Zn, Pb, As, Sb, Bi, Be, Sn, Mo, W, Ga, P, Sc, La, Ce, Zr, Y, Nb, B).

В зоне рудоконтролирующих разломов выявляется целый ряд геохимических аномалий, оконтуривающих как известные рудопроявления, так и зоны рассеянной минерализации (за минимально аномальное содержание Au принято 0,006 г/т). Всего установлено 16 аномалий (кроме участка Естошор) с максимальным содержанием Au до 1,5 г/т. Часть золотоносных аномалий – комплексные и со-

провожаются повышенным содержанием (%): Cu 0,01, Ag 0,00001, Zn 0,015, Pb 0,003, As 0,010, Ba 0,050, Sr 0,008, Mo 0,0002, Sn 0,0005 (содержание элементов в краевом контуре изоконцентрат). Набор сопутствующих элементов соответствует минералого-геохимическим особенностям золотосульфидных руд.

В ряде случаев золотометрические аномалии над рудными объектами отсутствуют, а развиваются в стороне от них или даже гипсометрически выше по склону. На смещение аномалий золота в сторону от рудных тел обращалось внимание и ранее, оно объяснялось молодым рельефом, неблагоприятными гидрогеологическими условиями, тектонической нарушенностью зон, поверхностными процессами окисления, при которых высвобождённое золото претерпевало гравитационную просадку на глубину. По нашему мнению, немаловажную роль играли геоморфологические признаки – приуроченность рудных зон к понижениям в рельефе ввиду прямой связи с разломами. В таких участках аккумулятивный чехол перемешивается с солифлюкционными суглинками верхних склонов. Всё это приводит к усложнению закономерностей распределения золота и сопутствующих элементов, скрывает истинную картину положения рудных объектов. Мощность чехла четвертичных отложений на водоразделах достигает 1–3 м, у подножия склонов 3–5 м, в долинах крупных рек 10–30 м.

Весьма интересен Естошорский участок в северо-восточной части района. Он отличается плохой обнажённостью, коренные рудопроявления неизвестны. Тем не менее здесь выявлены многочисленные геохимические аномалии золота. Проведённое в небольшом объёме копушное опробование при заверке аномалий показало постоянное присутствие золота. Число частиц золота в 10–20-литровых шлиховых пробах достигает сотен знаков, что свидетельствует о наличии коренных проявлений, скрытых под рыхлыми отложениями.

Таким образом, для Манитанырдского района характерно широкое развитие гидротермальной золотосульфидной, золото-сульфидно-кварцевой минерализации, локализованной в вулканогенных, вулканогенно-терригенных и терригенных породах бедамельской серии позднего рифея – венда и енганэпейской свиты позднего венда – раннего кембрия. Рудоконтролирующими структурами являются разрывные нарушения северо-восточного простирания. Выделяется Нияюская рудная зона, в пре-

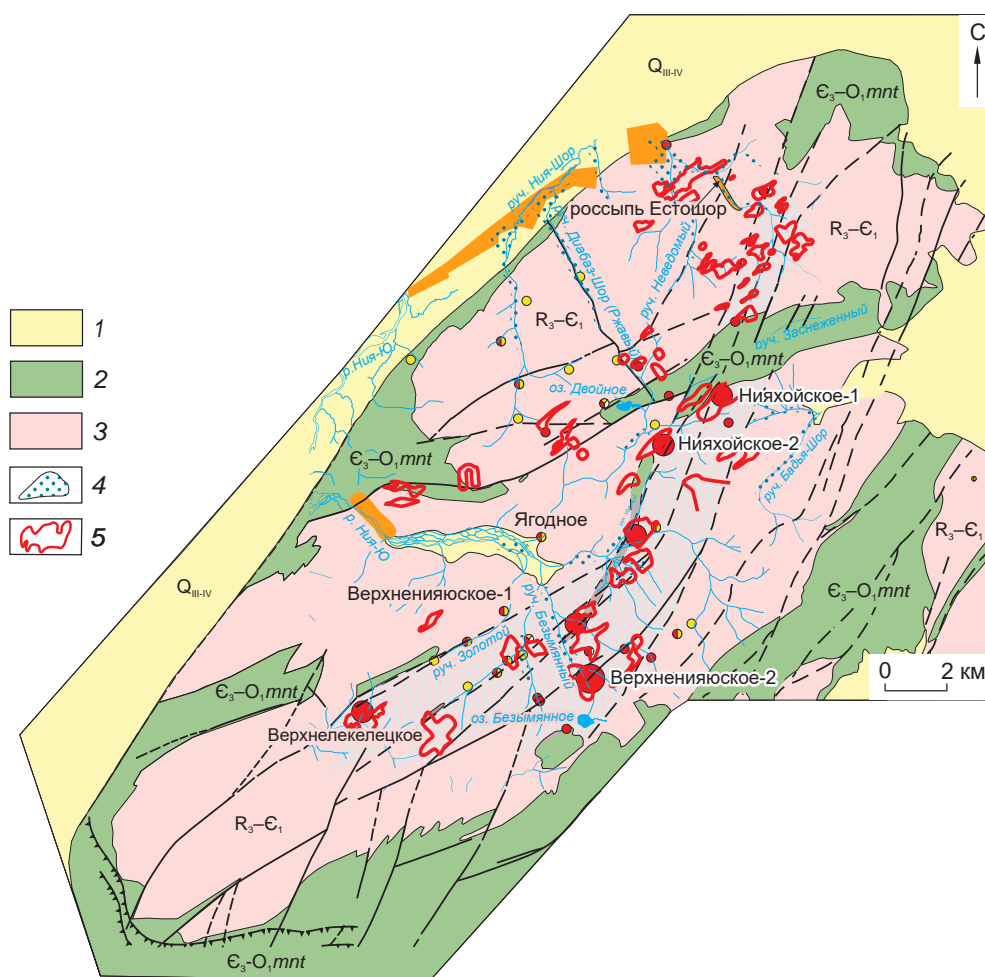


Рис. 8. ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ЗОЛОТА МАНИТАНЫРДСКОГО РАЙОНА:

1 – четвертичные отложения; 2 – манитанырдская серия позднего кембрия – раннего ордовика: конгломераты, гравелиты, кварцитопесчаники; 3 – вулканогенно-терригенные отложения энганэпейской свиты и бедамельской серии позднего рифея – раннего кембрия, нерасчленённые; 4 – аллювиальные шлиховые потоки золота; 5 – литохимические аномалии золота в контуре > 6 мг/т; остальные усл. обозн. см. рис. 1

делах которой сосредоточены основные рудопроявления и пункты минерализации, относящиеся к золото-сульфидно-кварцевому и золотосульфидному типам.

Результаты изучения золотосульфидной минерализации свидетельствуют о том, что процесс рудообразования был стадийным. Вначале проявилась золото-пирит-арсенопиритовая стадия, а затем после перерыва и проявления тектонических подвижек – золото-галенит-халькопирит-сфалеритовая. Согласно полученным нами ранее данным изотопного анализа серы сульфидов некоторых рудопроявлений значения $\delta^{34}\text{S}$ варьируют от -0,5 до -8,0 ‰ [4]. Значения вблизи -0,5 ‰, характерные для сульфидов проявления Верхнеияюское-2, соот-

ветствуют метеоритному стандарту. Это позволяет предположить, что источником серы в сульфидах отчасти служили гидротермально-магматогенные флюиды. Судить о возрасте рудной минерализации и генетической связи оруденения с какими-то определёнными магматическими комплексами сложно, поскольку пока не получены надёжные изотопно-геохронологические данные. Приуроченность оруденения к разрывным нарушениям северо-восточного простирания, отложение рудной минерализации в трещинах, согласных с направлением сланцеватости пород, косвенно указывают на её палеозойский возраст. Этому времени отвечают тектоно-магматическая активизация, внедрение габбродолеритов леквожского комплекса, а также ре-

гиональный метаморфизм зеленосланцевой фации.

Анализ имеющихся геологических материалов показывает, что несмотря на большой объём выполненных работ ресурсный потенциал Манитаньрдского района раскрыт не в полной мере. Все рудопроявления ранее оценивались на жильный золото-сульфидно-кварцевый тип оруденения с селективным опробованием жил и их зальбандов. Вместе с этим результаты более поздних ревизионных работ авторов свидетельствуют о повышенном содержании золота во вмещающих породах и широком развитии вкрапленной и прожилково-вкрапленной золотосульфидной минерализации вне связи с кварцевыми жилами.

Наращивание ресурсов и запасов золота возможно за счёт доизучения площади, включающей рудопоявления Верхненияюское-1, Ягодное, Нияхойское-2, Нияхойское-1, локализованные в туфопесчаниках енганэпейской свиты. Прожилково-вкрапленному и вкрапленному оруденению в этих породах способствовал их значительный катаклаз и, соответственно, бóльшая проницаемость

для рудообразующих растворов в отличие, в частности, от рудопоявления Верхненияюское-2, которое находится в относительно массивных вулканитах бедамельской серии. Скопления многочисленных мельчайших рудных прожилков и жил в совокупности с рудной вкрапленностью во вмещающих породах могут рассматриваться как линейные золотоносные штокверки.

При проведении поисковых работ горные выработки и скважины должны быть непрерывно опробованы, что позволит существенно уточнить контуры рудных тел, увеличить их мощность и протяжённость. Большой интерес представляет также выявление на данной площади кор выветривания и оценка их золотоносности. При получении положительных результатов поисковые работы можно расширить в юго-западном и северо-восточном направлениях вдоль Нияхойской зоны, охватывая геохимические аномалии в северо-восточной части района.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Республики Коми в рамках научно-го проекта № 20-45-110006 p_a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахрушев С. Н., Макаров А. Б. Минералого-геохимические особенности руд и метасоматитов золото-мышьяковых проявлений одного из районов // Геохимия и минералогия первичных и вторичных ореолов. – Свердловск [Екатеринбург] : УНЦ АН СССР, 1986. – С. 84–93.
2. Ефанова Л. И., Карчевский А. Ф. Вариант геолого-поисковой модели золоторудных объектов (минерализованных зон с золото-сульфидным оруденением, жильно-прожилковых зон с золото-кварц-сульфидным оруденением) применительно к площади хребта Манитаньрд // Материалы XV геологического съезда Республики Коми. – Сыктывкар : Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. – Т. 111. – С. 181–188.
3. Ефанова Л. И., Симакова Ю. С., Артеева Т. А., Донцов А. Б. Мезозойско-кайнозойские коры выветривания на хребтах Манитаньрд и Енганепэ // Труды Института геологии Коми научного центра УрО РАН, 2009. – Вып. 125. – С. 29–38.
4. Кузнецов С. К., Майорова Т. П., Сокерина Н. В., Филипов В. Н. Золоторудная минерализация Верхненияюского месторождения на Полярном Урале // Записки Российского минералогического общества. – 2011. – Т. СХХХХ, № 4. – С. 58–71.
5. Майорова Т. П., Ефанова Л. И. Новые данные по золотоносности кряжа Манитаньрд – Нияхойское рудное поле, проявление Нияхойское 2 // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: материалы XVII геологического съезда Республики Коми. – Сыктывкар : Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2019. – Т. III. – С. 204–206.
6. Майорова Т. П., Ефанова Л. И. Проявление золото-мышьяковистого типа Нияхойское-2 на Полярном Урале (кряж Манитаньрд) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2019. – № 8. – С. 33–41.
7. Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Коротеев В. А., Полонов Ю. А. Месторождения золота Урала. – Екатеринбург : УГГГА, 2001. – 622 с.

REFERENCES

1. Vakhrushev S. N., Makarov A. B. Mineralogo-geokhimiicheskie osobennosti rud i metasomatitov zolotomyslyakovykh proyavlenii odnogo iz raionov [Mineralogical and geochemical features of ores and metasomatites of gold-arsenic occurrences of one of the regions], *Geokhimiya i mineralogiya pervichnykh i vtorichnykh oreolov* [Geochemistry and mineralogy of primary and secondary halos], Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 1986, pp. 84–93. (In Russ.).

2. Efanova L. I., Karchevskii A. F. Variant geologo-poiskovoi modeli zolotorudnykh ob'ektov (mineralizovannykh zon s zoloto-sul'fidnym o rudneniem, zhil'no-prozhilkovykh zon s zoloto-kvarts-sul'fidnym o rudneniem) primenitel'no k ploshchadi khrebtta Manitanyrd [A variant of the geological prospecting model of gold ore objects (mineralized zones with gold-sulfide mineralization, vein-vein zones with gold-quartz-sulfide mineralization) in relation to the area of the Manitanyrd ridge], *Materialy XV geologicheskogo s"ezda Respubliki Komi* [Materials of the XV Geological Congress of the Komi Republic], Syktyvkar, Institut geologii Komi NTs UrO RAN Publ., 2009, V. 111, pp. 181–188. (In Russ.).
3. Efanova L. I., Simakova Yu. S., Arteeva T. A., Dontsov A. B. Mezozoisko-kainozoiskie kory vyvetrivaniya na khrebtakh Manitanyrd i Enganepe [Mesozoic-Cenozoic weathering crust on the Manitanyrd and Ynganepe ridges], *Trudy Instituta geologii Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Proceedings of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 2009, V. 125, pp. 29–38. (In Russ.).
4. Kuznetsov S. K., Maiorova T. P., Sokerina N. V., Filippov V. N. Zolotorudnaya mineralizatsiya Verkhneniyayuskogo mestorozhdeniya na Polyarnom Urale [Gold mineralization of the Verkhnyayuskoye deposit in the Polar Urals], *Zapiski Rossiiskogo mineralogicheskogo obshchestva* [Notes of the Russian Mineralogical Society], 2011, V. CXXXX, No 4, pp. 58–71. (In Russ.).
5. Maiorova T. P., Efanova L. I. Novye dannye po zolotonosti kryazha Manitanyrd – Niyakhoiskoe rudnoe pole, proyavlenie Niyakhoiskoe 2 [New data on the gold content of the Manitanyrd ridge - Nyakhoi ore field, occurrence Nyakhoi 2], *Geologiya i mineral'nye resursy Evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii: materialy XVII geologicheskogo s"ezda Respubliki Komi* [Geology and mineral resources of the European North-East of Russia: materials of the XVII Geological Congress of the Komi Republic], Syktyvkar, Institut geologii Komi NTs UrO RAN Publ., 2019, V. III, pp. 204–206. (In Russ.).
6. Maiorova T. P., Efanova L. I. Proyavlenie zoloto-mysh'yakovistogo tipa Niyakhoiskoe-2 na Polyarnom Urale (kryazh Manitanyrd) [Manifestation of gold-arsenic type Niyakhoiskoye-2 in the Polar Urals (Manitanyrd ridge)], *Vestnik Instituta geologii Komi NTs UrO RAN* [Vestnik of the Institute of Geology of the Komi Science Centre UB RAS], 2019, No 8, pp. 33–41. (In Russ.).
7. Sazonov V. N., Ogorodnikov V. N., Koroteev V. A., Polenov Yu. A. Mestorozhdeniya zolota Urala [Deposits of gold in the Urals], Yekaterinburg, UGGGA Publ., 2001, 622 p.

GOLD POTENTIAL OF MANITANYRDSKY AREA AND PROSPECTS FOR RESOURCE POTENTIAL RAMP-UP, POLAR URALS

L. I. Efanova (PhD, senior geologist¹)
 S. K. Kuznetsov (PhD, chief researcher¹)
 M. B. Tarbaev (PhD, Head of geology and licensing department²)
 T. P. Mayorova (PhD, senior researcher^{1,3})

¹ FTC Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

² Department of Geology and licensing Department for subsoil use of the North-Western Federal district (Kominatedra), Syktyvkar

³ P. Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar

General information on geological structure and gold potential of Manitanyrdsky area located in the western Polar Urals is provided. Niyayuskaya ore zone is revealed, Verkhneniyayuskoye-2, Niyakhoiskoye-2 and Yagodnoye mineral occurrences are characterized. It is shown that, aside from vein gold-sulfide-quartz mineralization, disseminated and veinlet-disseminated mineralization separated from quartz veins is widespread, which is also of economic interest. Gold in ores occurs as ultrafine inclusions in arsenopyrite and pyrite; it is also found in cross fractures as overgrown with later sulfides, which suggests two ore formation stages – gold-pyrite-arsenopyrite and gold-chalcopyrite-sphalerite-galena. Lithochemical prospecting results are presented, gold-enriched areas are identified. Prospects for the area's resource potential ramp-up are assessed.

Keywords: gold, Polar Urals, Manitanyrdsky area, gold-sulfide mineralization, Niyayuskaya ore zone, mineral occurrences, resource potential.

