

УДК 553.078:551.242.5.058(571.53)

В. А. Артебякина, Л. Б. Макарьев, Ю. Б. Миронов (Институт Карпинского)

МЕТАЛЛОГЕНИЯ НЕЧЕРСКОГО ПОДНЯТИЯ И ЕГО ОБРАМЛЕНИЯ (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Основной металлогенический потенциал Нечерского поднятия и его рифейского обрамления формируют месторождения и рудопроявления урана, рудного и россыпного золота, свинца, цинка, редких металлов и редкоземельных элементов, которые составляют минерально-сырьевую базу Северного Забайкалья. Полученные новые данные по геологии и металлогении рассматриваемой территории определяют закономерности размещения полезных ископаемых, главные типы оруденения и обосновывают ее перспективы на выявление рудных объектов в известных и новых геологических обстановках.

Ключевые слова: Березовская впадина, закономерности размещения, золото, Нечерское поднятие, редкие земли и редкие металлы, свинец и цинк, уран.

V. A. Artebyakina, L. B. Makariev, Yu. B. Mironov (Karpinsky Institute)

METALLOGENY OF THE NECHERSK UPLIFT AND ITS FRAMING (NORTHERN TRANSBAIKALIA)

The main metallogenic potential of the Nechersk uplift and its Riphean framing is formed by deposits and ore occurrences of uranium, hard rock and placer gold, lead, zinc, rare metals, and rare earth elements, which form the mineral resource base of Northern Transbaikalia. The new geological and metallogenic data obtained for the area under consideration determine the mineral distribution patterns, main mineralization types, and substantiate the prospects for identifying ore targets in known and new geological settings.

Key words: Berezovsky depression, distribution patterns, gold, Nechersk uplift, rare earths and rare metals, lead and zinc, uranium.

Для цитирования: Артебякина В. А., Макарьев Л. Б., Миронов Ю. Б. Металлогения Нечерского поднятия и его обрамления (Северное Забайкалье) // Региональная геология и металлогения. – 2024. – № 98. – С. 78–89.

Геотектоническая позиция и геологическое развитие. Территория Нечерского поднятия и его рифейского обрамления располагается на сочленении геоструктур I порядка – Саяно-Байкальской складчатой области и Сибирской платформы, границей которых служат региональные разломы Жуинского краевого шва [3; 20]. На анализируемой территории основные структуры Саяно-Байкальской складчатой области представлены Нечерским поднятием и Прибайкало-Патомским перикратонным прогибом в составе Байкало-Патомской складчато-надвиговой системы, а Сибирской платформы – Березовской впадиной Ангаро-Алданской плиты и, частично, Чарской глыбой Алданского щита (рис. 1).

Нечерское поднятие рассматривается как пограничная структура горст-антиклинального типа, разделяющая Прибайкало-Патомский и Бодайбинский перикратонные прогибы [3; 19], на северо-востоке по Ченчинскому региональному разлому оно граничит с рифейским Прибайкало-Патомским перикратонным прогибом. В геологическом строении Нечерского поднятия принимают участие позднерифейские (раннелопийские) мета-

морфические образования (нечерский комплекс), нижнекарельские метаморфизованные отложения (илинакская и ходоканская свиты), позднекарельские ультраметаморфические (ничатский комплекс) и интрузивные гранитоиды (чуйско-нечерский комплекс), образующие в западной части поднятия крупный Ченчинский массив. Северо-западным продолжением Нечерского поднятия рассматривается *Окаевский выступ*, образованный преимущественно гранитоидами чуйско-нечерского комплекса и метаморфизованными отложениями ходоканской свиты (рис. 1, б, 2).

Прибайкало-Патомский перикратонный прогиб обрамляет с севера и востока Нечерское поднятие и граничит с Березовской впадиной по Западно-Жуинскому региональному разлому. Прибайкало-Патомский прогиб характеризуется наиболее полным разрезом рифейских отложений в составе раннерифейского пурпольского, среднерифейских медвежьевского, балаганахского и позднерифейских дальнетайгинского и жуинского региональных стратиграфических горизонтов. К самостоятельной локальной структуре в составе Прибайкало-Патомского перикратонного прогиба относится *Бульбухтинский*

грабен, отделяющий Окаевский выступ от Нечерского поднятия (рис. 1, б).

Березовская впадина, ранее названная Березовским грабеном, также характеризуется развитием в основании отложений раннерифейского пурпольского горизонта (пурпольской свиты) и в основном сложена верхнерифейскими и венд-нижекембрийскими отложениями нижней части плитного комплекса. Краевая часть впадины, вдоль границы с Прибайкало-Патомским перикратонным прогибом, представляет собой сложнопостроенную антиформную тектоническую структуру и впервые выделяется как **Джелиндинско-Оттахский горст-антиклинальный выступ** (рис. 1, б, 2), что имеет важное минерагеническое значение.

Чарская глыба в границах анализируемой территории имеет близкое геологическое строение с Нечерским поднятием и образована подобными нижекарельскими метаморфизованными отложениями (кодарская серия) и позднекарельскими ультраметаморфическими гранитоидами (ничатский и куандинский комплексы).

Геологическое развитие рассматриваемой территории охватывает широкий временной интервал

от позднего архея до настоящего времени включительно с выделяемыми циклами и этапами развития.

Лопийский цикл характеризует протоконтинентальная обстановка развития, когда в течение раннелопийского этапа было сформировано протоплатформенное основание в составе серогнейсовых образований нечерского и олекминского (в Чарской глыбе) метаморфических комплексов.

Карельский цикл протекал в разных геодинамических обстановках на раннекарельском и позднекарельском этапах. Раннекарельский этап знаменуется заложением эпикратонных прогибов удоканского типа в позднеархейских (лопийских) геоблоках в обстановке пассивной континентальной окраины и выражен формированием метаморфизованных отложений нижнего карелия (илинакская и ходоканская свиты). Типовым рассматривается расположенный на прилегающей территории Чарской глыбы Кодаро-Удоканский эпикратонный прогиб, а коррелянтами илинакской и ходоканской свит – метаморфизованные образования кодарской серии, слагающие основание Кодаро-Удоканского прогиба – нижней части удокания [8; 21].

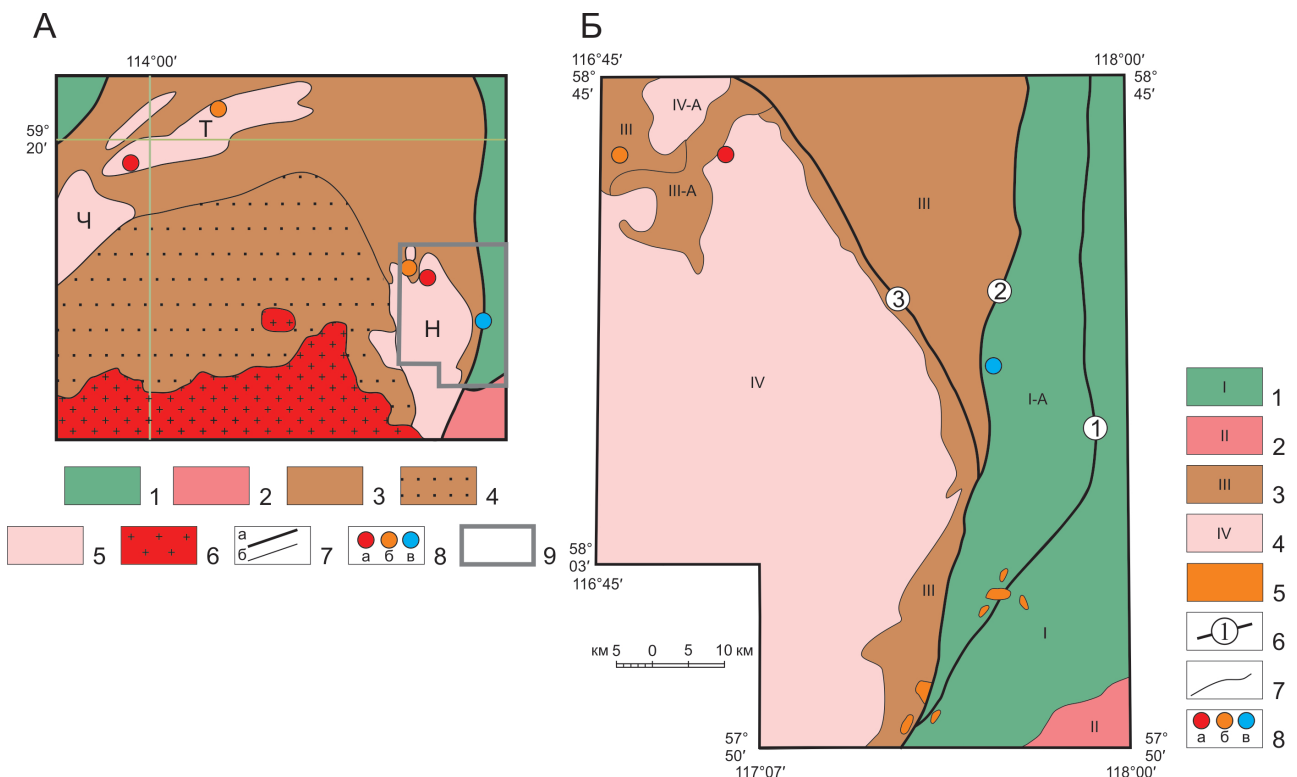


Рис. 1. Схемы тектонического районирования Северного Забайкалья (А) и анализируемой территории (Б)

На схеме А: 1, 2 – Сибирская платформа: 1 – Ангаро-Алданская складчатая область; 2 – Прибайкало-Патомский перикратонный прогиб, 4 – Мамско-Бодайбинский перикратонный прогиб, 5 – дорифейские поднятия (Н – Нечерское, Т – Тонодское, Ч – Чуйское); 6 – Гранитоиды палеозойского Ангаро-Витимского ареал-плутона; 7 – Границы структур первого (а) и более высоких порядков (б); 8 – месторождения полезных ископаемых: урана (а), золота (б), свинца и цинка (в); 9 – положение анализируемой территории.

На схеме Б: 1, 2 – Сибирская платформа: 1 – Березовская впадина (RF₃-C₁) Ангаро-Алданской плиты, в т. ч. Джелиндинско-Оттахский горст-антиклинальный выступ (I-A); 2 – Чарская глыба (LP₁-KR) Алданского щита; 3–5 – Саяно-Байкальская складчатая область, Байкало-Патомская складчато-надвиговая система: 3 – Прибайкало-Патомский перикратонный прогиб (RF), в т. ч. Бульбухтинский грабен (III-A), 4 – Нечерское поднятие фундамента (AR₂-KR₂), в т. ч. Окаевский выступ (IV-A), 5 – интрузии мезозойских щелочных пород Джелиндинско-Богауктинского ареала (J₂₋₃-K₁); 6 – главные пограничные разломы (1 – Восточно-Жуинский, 2 – Западно-Жуинский, 3 – Ченчинский); 7 – границы структурно-вещественных комплексов; 8 – месторождения полезных ископаемых: урана (а), золота (б), свинца и цинка (в)

Позднекарельский этап в коллизивной обстановке характеризуется региональным гранитообразованием, выраженным синколлизивными ультраметаморфическими гранитоидами ничатского (куандинского) комплекса и внедрением постколлизивных гранитов чуйско-нечерского комплекса.

В рамках проведенных работ впервые корректно продатированы (U-Pb, SHRIMP) граниты чуйско-нечерского комплекса (в составе рудоносного Ченчинского массива), возраст которых составляет 1865 млн лет и доказывает их более молодое время формирования относительно гранитоидов

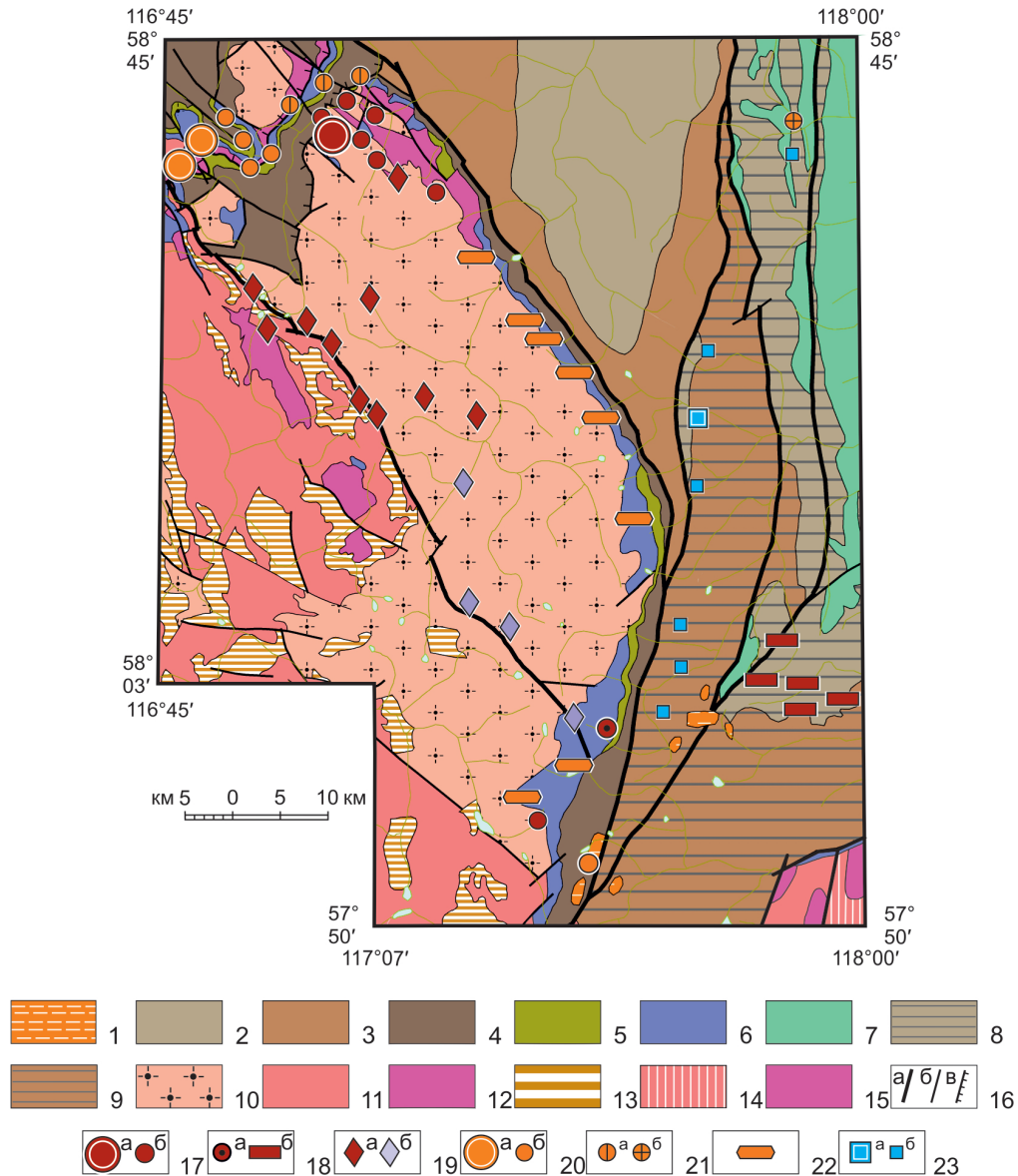


Рис. 2. Геологическая карта Нечерского поднятия и его обрамления с рудными объектами

1 – интрузии щелочных сиенитов эльконского комплекса (K_1); 2–6 – Прибайкало-Патомский перикратонный прогиб: 2 – верхнерифейские отложения жуинского горизонта (никольская и ченчинская свиты), 3 – верхнерифейские отложения дальнетайгинского горизонта (джемкуканская, баракунская, валюхтинская свиты), 4 – среднерифейские отложения балаганахского горизонта (хорлухтахская, хайвергинская и бугарихтинская, мариинская и бульбухтинская свиты), 5 – среднерифейский медвежевский вулканический комплекс, 6 – нижнерифейские отложения пурпольского горизонта (пурпольская свита); 7–9. Березовская впадина: 7 – объединенные отложения верхнего венда – нижнего кембрия, 8 – верхнерифейские отложения жуинского горизонта (торгинская свита), 9 – верхнерифейские отложения дальнетайгинского горизонта (ничатская, кумахулахская и сеньская свиты); 10–13 – Нечерское поднятие: 10 – позднекарельские граниты чуйско-нечерского комплекса, 11 – позднекарельские мигматит-лейкограниты ничатского комплекса, 12 – нижнекарельские отложения илианской и ходоканской свит, 13 – раннелопийские метаморфические образования нечерского комплекса; 14–15 – Чарская глыба (Алданский щит): 14 – позднекарельские мигматит-граниты куандинского комплекса, 15 – нижнекарельские образования кодарской серии; 16. Разломы главные (а), второстепенные (б), в т.ч. надвиги (в); 17–19 – Урановые объекты: 17 – месторождение (а) и рудопроявления (б) урановой березитовой формации, 18 – рудопроявления формаций золото-урановой гумбитовой (а) и ураноносных биогермных известняков (б), 19 – рудопроявления молибден-урановой (а) и торий-урановой (б) фельдшпатолитовой формации; 20–22 – Золоторудные объекты: 20 – месторождения (а) и рудопроявления (б) золоторудной сульфидно-кварцевой формации, 21 – рудопроявления золоторудной черносланцевой (а) и золоторудной джаспероидной (б) формаций, 22 – рудопроявления золоторудной конгломератовой формации; 23 – месторождение (а) и рудопроявления (б) свинца и цинка свинцово-цинковой карбонатной стратиформной формации

ничатского комплекса с установленным ранее возрастом в 1908 млн лет [21]. Перечисленные позднекарельские гранитоиды входят в состав трансрегионального Южно-Сибирского коллизионного пояса, сформированного в интервале от 1,9–1,87 млрд лет до 1,84 млрд лет и характеризующегося развитием постколлизионных гранитов А- и S-типов [21] с преобладанием гранитов S-типа на Нечерском поднятии. Активная фаза орогении завершилась регионально проявленным растяжением, интенсивными трещинными дислокациями и дайковым магматизмом основного состава с возрастом 1,77–1,75 млрд лет и к концу раннего протерозоя (карелия) анализируемая территория переходит от активного к пассивному состоянию.

Байкальский цикл играет особую роль в истории развития Саяно-Байкальской складчатой области и прилегающей окраины Сибирской платформы и рассматривается по этапам, соответствующим принятым региональным стратиграфическим горизонтам.

Пурпольский этап фиксируется формированием остаточной коры выветривания и накоплением в зарождающихся прогибах высокозрелых осадков в составе переотложенных кор выветривания. Значение пурпольского этапа в историко-геологическом отношении сводится к формированию регионального предрифейского структурно-стратиграфического несогласия, проявленного на всех дорифейских поднятиях Байкало-Патомской складчато-надвиговой системы и в основании Березовской впадины Сибирской платформы. Медвежевский этап деструкции и эпиконтинентального рифтогенеза знаменуется формированием в начале среднего рифея медвежевского комплекса с базальтоидным вулканизмом и субвулканическими образованиями основного и ультраосновного составов [18]. Балаганахский этап характеризует заложение в Байкало-Патомской складчато-надвиговой системе перикратонных прогибов, в том числе Прибайкало-Патомского на анализируемой территории. Этот этап сопровождался устойчивым погружением расчлененного ложа бассейна осадконакопления и формированием мощной толщи молассоидных и углеродистых карбонатно-сланцевых отложений балаганахского горизонта в обстановке континентального склона и его подножия. Дальнетайгинский этап, в течение которого анализируемая территория вновь вступила в фазу погружения, характеризуется формированием в Прибайкало-Патомском прогибе шельфовых отложений от прибрежных грубообломочных до более глубоководных сланцево-карбонатных и углеродисто-сланцевых (джермуканская, баракунская, валюхтинская свиты), а в Березовской впадине – отложений шельфа внутреннего моря от грубообломочных (ничатская свита) до рифоидных биогермных карбонатных (кумахулахская, сеньская свиты). Жуинский этап протекал в обстановке дальнейшей стабилизации с расширением бассейнов седиментации и накоплением рифоидных биогермных отложений – глинисто-карбонатных (никольская, ченчинская свиты) в Прибайкало-

Патомском прогибе и известняковых (торгинская свита) в Березовской впадине.

В совокупности в течение байкальского цикла осадконакопления мощность отложений в сформированных перикратонных структурах могла достигать 8000 м при значительно меньшей мощности в Березовской впадине, не превышающей 4000 м.

Каледонский цикл включает раннекаледонский и позднекаледонский этапы, характеризующие специфику развития Сибирской платформы и Саяно-Байкальской складчатой области. Раннекаледонский этап отвечает этапу платформенного развития и формирования чехла Сибирской платформы в обстановке шельфа внутриконтинентального бассейна. В течение этого этапа была образована Ангаро-Алданская плита, сложенная мощной толщей вендских, кембрийских и нижнеордовикских терригенно-карбонатных отложений. На анализируемой территории в Березовской впадине представлены отложения верхнего венда и нижнего кембрия (рис. 2). Позднекаледонский этап проявился в структурах Саяно-Байкальской складчатой области, когда эта территория вступила в новую фазу развития с возрождением тектонических движений, сопровождающихся динамометаморфическими преобразованиями, проявлением высокотемпературного зонального метаморфизма и гранитообразования. Эти региональные тектоно-термальные и магматические процессы были обусловлены активизацией теплового потока и магматического источника (плюма) в связи со становлением Ангаро-Витимского ареал-плутона [2; 12; 19]. На анализируемой территории процессы позднекаледонского этапа достоверно проявились в рифейском обрамлении Нечерского поднятия (в его северной части) формированием зон наложенных складчато-разрывных дислокаций с проявленными окварцеванием, пиритизацией и грейзен-березитовыми изменениями. Среднеордовикско-раннесилурийское (460–440 млн лет) время проявления этих дислокаций, сопряженных гидротермально-метасоматических образований и локализованного в них золото-сульфидно-кварцевого оруденения обосновывается геохронологическими данными [4].

Киммерийский цикл, наиболее масштабно проявленный в структурах Сибирской платформы (Алданского щита), в пределах анализируемой территории на позднекиммерийском этапе выражен интрузивной деятельностью (эльконский комплекс), наиболее полно представленной на площади Джелиндинско-Богаюктинского магматического ареала (рис. 1, б). В региональном структурном плане Джелиндинско-Богаюктинский ареал, как и наиболее крупный мезозойский Мурунский магматический узел на севере Чарской глыбы Алданского щита, контролируются единой северо-восточной Атбастах-Торгойской тектономагматической зоной [3]. Возраст щелочных сиенитов и гранитов гигабиссального эльконского комплекса, завершающих мезозойский магматизм Атбастах-Торгойской зоны, уточнен в рамках

проведенных исследований и составил 130 млн лет (U-Pb, SHRIMP).

Альпийский цикл знаменуется началом нового орогенеза, выразившемся в сводово-глыбовом поднятии территории, в заложении и активном развитии Байкальского рифта. Проявившиеся в течение этого цикла неотектонические движения усложнили общую структуру региона, привели к тектоническому оживлению и создали условия для широкого развития кайнозойских экзогенных процессов с формированием в частности аллювиальных объектов россыпного золота, которые далее не анализируются.

Металлогенические эпохи оруденения. Основными эпохами формирования оруденения на Нечерском поднятии и в его рифейском обрамлении являются карельская, байкальская, каледонская и киммерийская, которые неразрывно связаны с геологическими циклами и этапами развития, впервые выделенные в таком составе в процессе работ ГДП-200/2.

Карельская эпоха на позднекарельском этапе является рудоформирующей и основной урановорудной на Нечерском и других поднятиях Байкало-Патомской складчато-надвиговой системы. Позднекарельский этап характеризуется стадийностью рудоформирования с последовательным образованием в гранитах чуйско-нечерского комплекса раннего магмато-метасоматического фельдшпатолитового оруденения молибден-урановой и торий-урановой (с TR, Ta, Nb) формаций, а на поздней постмагматической стадии – гидротермально-метасоматического оруденения наиболее значимой урановой березитовой формации.

Байкальская эпоха рассматривается рудоформирующей на ранне-среднерифейском, среднерифейском и позднерифейском этапах.

Ранне-среднерифейский этап в историко-геологическом плане включает этапы эпиконтинентального пенеплена и рифтогенеза с формированием в раннем рифее остаточных и переотложенных кор выветривания (в составе пурпольской свиты), а затем, в начале среднего рифея, рифтогенного медвежевского вулканического комплекса. Пурпольская свита практически повсеместно рудоносна с развитием оруденения золоторудной конгломератовой формации и непромышленных объектов железисто-глиноземистой формации переотложенных кор выветривания. Образования медвежевского вулканического комплекса вмещают промышленно значимое гематит-магнетитовое оруденение в обрамлениях Тонодского и Чуйского поднятий [6] при слабовыраженной железонности на анализируемой территории. Ранне-среднерифейский этап в плане практической значимости рассматривается рудоформирующим для золотого оруденения, дополнительным рудоформирующим для редкоземельных элементов, редких металлов и урана. Это выражается развитием комплексных концентраций (с TR, Ta и Nb) в золотоносных конгломератах пурпольской свиты и формированием наложенного гидротермального уранового оруденения в связи с

рифтогенезом в начале среднего рифея. Последнее обстоятельство подчеркивается установленным возрастом новообразованных настурановых руд (на рубеже около 1300 млн лет) на наиболее значимых месторождениях Байкало-Патомской складчато-надвиговой системы, включая Чепокское на Нечерском поднятии [11; 13].

Среднерифейский этап, отвечающий началу накопления мощной толщии терригенно-карбонатных осадков в зарождающемся Прибайкало-Патомском перикратонном прогибе в обстановке континентального склона, выделяется формированием завершающих среднерифейский разрез рудоносных углеродистых карбонатно-сланцевых отложений бульбухтинской свиты, вмещающих оруденение золоторудной (с платиноидами) черносланцевой формации на площади Бульбухтинского грабена.

Позднерифейский этап осадконакопления, проявившийся как начальный в формировании плитного комплекса Березовской впадины Сибирской платформы в обстановке шельфа внутреннею моря, характеризуется развитием биогермных доломитов сеньской свиты кровли дальнетайгинского горизонта с оруденением свинцово-цинковой карбонатной стратиформной формации и биогермных известняков торгинской свиты жуинского горизонта с широко развитым, но низкокачественным оруденением формации ураноносных биогермных известняков [3]. С собственно позднерифейским этапом связывается формирование в карбонатных породах перечисленных свит ранних свинцово-цинковых и уран-битумных концентраций.

Каледонская эпоха рассматривается главной золоторудной на позднекаледонском этапе в перикратонных структурах Байкало-Патомской складчато-надвиговой системы. На анализируемой территории позднекаледонский этап выражен месторождениями золоторудной сульфидно-кварцевой формации в зонах складчато-разрывных дислокаций на площади Ходоканского золоторудного узла, проявлением золото-сульфидно-кварцевого рудогенеза и окончательным формированием оруденения золоторудной черносланцевой формации в углеродистых сланцах Бульбухтинского грабена.

Киммерийская эпоха является главной золоторудной и урановорудной на территории Сибирской платформы. На анализируемой территории эта эпоха проявилась на позднекиммерийском этапе тектоно-магматической активизации проявлениями золото-сульфидно-кварцевой и золото-урановой гумбеитовой формаций в связи с щелочными сиенитами позднемелового эльконского комплекса, формированием в Березовской впадине наиболее богатого свинцово-цинкового оруденения в биогермных доломитах Бестяхского рудного узла и регенерацией раннего уран-битумного оруденения в биогермных известняках [3]. Предполагается связь с позднекаледонским этапом активизации эпитептермального золотого (с Ag, Hg, Sb) оруденения золоторудной джаспероидной, признаки которого впервые были установлены на площади Березовской впадины.

В числе главных полезных ископаемых, характеризующих специфику оруденения Нечерского поднятия и его обрамления, рассматриваются уран, золото, свинец и цинк, а основными рудными и практически значимыми формациями – урановая березитовая, золоторудная сульфидно-кварцевая, золоторудная черносланцевая, золоторудная конгломератовая и свинцово-цинковая карбонатная стратиформная.

Уран. Урановое и комплексное урановое оруденение представлено месторождением и многочисленными рудопроявлениями, относящимися к урановой березитовой, молибден-урановой и торий-урановой фельдшпатолитовой, золото-урановой гумбеитовой формациям и формации ураноносных биогермных известняков. Повышенные и аномальные концентрации урана и тория характерны для оруденения золоторудной конгломератовой формации.

Рудные объекты *урановой березитовой формации* широко распространены и имеют промышленные перспективы на площади Бульбухтинского урановорудного узла, а основным объектом является малое месторождение урана Чепок (рис. 2, 3). Оруденение месторождения Чепок и других урановых объектов Бульбухтинского узла формировалось на позднекарельском и, частично, ранне-среднерифейском этапах карельской и байкальской минерагенических эпох. В локализации оруденения наиболее отчетливо выражены структурно-тектонический, магматический, литологический, гидротермально-метасоматический и эрозионно-тектонический критерии. Оруденение контролируется крутопадающими зонами катаклаза и брекчирования, формирующимися в долгоживущих северо-западных разломах на пересечении с разрывными нарушениями субмеридиональной и северо-западной ориентировки. Магматический критерий выражен наблюдаемой пространственно-временной связью уранового оруденения с гранитоидами Ченчинского массива позднекарельского чуйско-нечерского комплекса. Важным литологическим фактором рудолокализации рассматриваются вмещающие углеродсодержащие породы ходоканской свиты нижнего карелия, а благоприятной литологической обстановкой – участки насыщения гранитов ксенолитами этих пород. Характерной особенностью являются развитие и локализация уранового оруденения на участках (в ореолах) телескопированного проявления раннего кремнещелочного метасоматоза и более поздней березитизации, что отчетливо наблюдается в рудах месторождения Чепок. Важное значение придается эрозионно-тектоническому фактору, свидетельствующему о наименьшей эродированности северной части Ченчинского массива и наибольшей сохранности уранового оруденения на площади Бульбухтинского узла.

Месторождение Чепок представлено главной рудной залежью (и оперяющими рудными швами), прослеженной в меридиональном направлении на расстояние до 3 км при ширине до 1 км и глубине

до 225 м. Вскрыто около 30 рудных тел средней мощностью 1,3 м с жильно-прожилковым и прожилково-вкрапленным оруденением. Руды рядовые и богатые с содержанием урана 0,3–0,735% и более, преимущественно уранинит-настурановые (иногда присутствуют коффинит, браннерит), имеющие возраст 1845–1832 млн лет, близкий с возрастом вмещающих гранитов [1; 4; 13]. Запасы месторождения категории C_2 на учете не состоят. Прогнозные ресурсы урана оценены по категории P_1 в 10,7 тыс. т и по категории P_2 в 16,2 тыс. т при среднем содержании урана 0,186% [6; 13; 15]. Другие изучавшиеся рудопроявления Бульбухтинского урановорудного узла (Кольцевое, Кульбаракун, Куликач и др.) локализованы в сходных геолого-структурных обстановках (рис. 2, 3), а общий ресурсный потенциал Бульбухтинского узла составляет 60 тыс. т урана, в том числе категории P_1 – 25 тыс. т и категории P_2 – 35 тыс. т [15], а общие прогнозные ресурсы Бульбухтинского РУ оцениваются в 125,06 тыс. т урана, принятые и поставленные на учет в 2023 г.

К *молибден-урановой фельдшпатолитовой формации* относятся рудопроявления центральной части Ченчинского массива (Курунах, Ствотах и др.), образующие Ствотах-Юсюряхский потенциальный молибден-урановорудный узел (рис. 2, 3). Эти рудопроявления контролируются северо-западными разломами – зонами апогранитовых бластотектонитов с проявленным кремнещелочным метасоматозом, биотитизацией и грейзенизацией. Рудные тела представлены жилами кварц-микроклин-биотитовых, кварц-биотитовых метасоматитов и биотитизированных гранитов с молибденит-браннерит-уранинитовой минерализацией в виде вкрапленности и гнездовых скоплений. Оруденение бедное и забалансовое с содержаниями урана 0,01–0,05% (реже более).

Оруденение *торий-урановой (с TR, Ta, Nb) фельдшпатолитовой формации* развито в южной, наиболее эродированной части Ченчинского массива и локализовано в порфиридных гранитах глубинной фации чуйско-нечерского комплекса. Представлено группой рудопроявлений (Длинное, Джелиндинское и др.), объединяемых в Левоченчинско-Джелиндинский потенциальный уран-торий-редкометалльно-редкоземельный узел. Характер метасоматического преобразования вмещающих пород сходен с таковыми на объектах с молибден-урановым оруденением. Рудные тела представляют собой гнезда и линзы со средними содержаниями урана и тория 0,01% при повышенных концентрациях ниобия до 0,1–0,6%, тантала до 0,01%, церия до 0,5%, лантана до 0,5% и иттрия до 0,1% в форме монацита, ксенотима, пирохлора, фергусонита и др. [9].

Рудные объекты *формации ураноносных биогермных известняков* представлены на юге Березовской впадины в Березовском потенциальном урановорудном узле (рудопроявления Западное, Аномалия 21 и др.). Здесь в разрезе биогермных известняков торгинской свиты выделяется от 1–3 до 7 сближенных ураноносных горизонтов

мощностью 0,8–1,5 м с содержаниями урана 0,01–0,03%, редко до 0,054%. В известняках развиты битумоиды (типа керита, антракосолита), развивающиеся в виде вкрапленности и по стилолитовым швам. Оруденение включает ранние уран-битумные концентрации и позднюю вкрапленно-прожилковую сульфидно-настурановую минерализацию с возрастом не древнее 180 млн лет [14].

Оруденение молибден-урановой и торий-урановой фельдшпатолитовой формации и формации ураноносных биогермных известняков характеризуется непромышленными параметрами, не относится к востребованному геолого-промышленному типу и рассматривается малоперспективным.

Золото-урановая гумбеитовая формация развита на прилегающей площади Чарской глыбы,

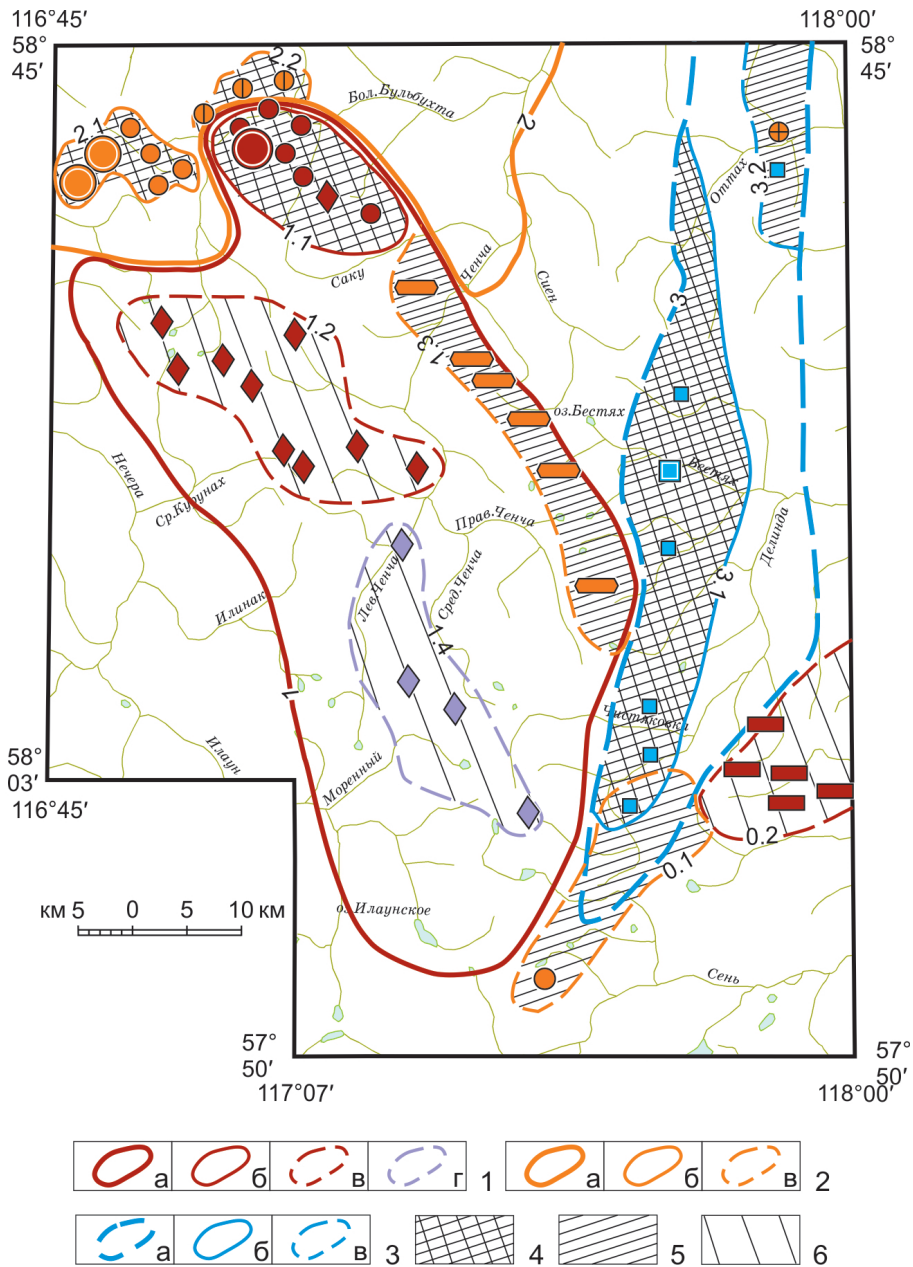


Рис. 3 Схема минерагенического районирования Нечерского поднятия и его обрамления

1 – урановорудные и золоторудные минерагенические таксоны: а – Нечерский редкометалльно-золото-молибден-урановорудный район (1), включающий: б – Бульбухтинский урановорудный (1.1) и Ствотях-Юсюряхский молибденово-урановорудный потенциальный (1.2) узлы, в – Ченчинская редкометалльно-золоторудная зона потенциальная (1.3), г – Левоченчинско-Делиндинский уран-торий-редкометалльно-редкоземельный узел (1.4); минерагенические таксоны вне рудного района – Березовский потенциальный урановорудный узел (0.1); 2 – золоторудные, платино-золоторудные минерагенические таксоны: а – Балаганахско-Бульбухтинский платино-золоторудно-россыпной район (2), включающий: б – Ходоканский золоторудный узел (2.1), в – Куликачско-Кульбаракунский платиноидно-золоторудный узел (2.2); минерагенические таксоны вне рудного района – Богаяктинский золоторудный узел (0.1); 3 – свинцово-цинковые, золото-свинцово-цинковые минерагенические таксоны: а – Ченча-Жуинский золото-свинцово-цинковый рудный район (3), б – Бестяхский свинцово-цинковый потенциальный рудный узел (3.1), в – Оттахский свинцово-цинковый потенциальный узел (3.2). 4–6 – Перспективность рудных узлов: 4 – высокая, 5 – средняя, 6 – малая. Остальные условные обозначения см. на рис. 2

а на анализируемой территории представлена единственным проявлением (Джелинда) на юге Нечерского поднятия. На этом проявлении урановая минерализация (уранинит, метацейнерит) с содержаниями урана до 0,1–0,65% установлена в калишпатизированных и анкеритизированных щелочных сиенит-порфирах раннемелового эльконского комплекса и вмещающих нижнерифейских отложениях. Самостоятельно практический интерес данное проявление не представляет.

Золото. Наиболее значимые объекты рудного золота принадлежат к золоторудным сульфидно-кварцевой, черносланцевой и конгломератовой формациям.

Рудные объекты *золоторудной сульфидно-кварцевой формации* развиты в Ходоканском и Богаюктинском узлах (рис. 2, 3), отличающихся возрастом и обстановками рудоформирования.

Оруденение Ходоканского золоторудного узла представлено двумя малыми месторождениями (Ходокан-VI, Истанах), локализованными в отложениях нижнерифейской пурпольской свиты и контролирующимися зонами позднекаледонских складчато-разрывных дислокаций с проявленными жильно-прожилковым окварцеванием, сульфидизацией и грейзен-березитовыми изменениями. Золотоносные зоны формируют кварц-пирит-серицит-мусковитовые метасоматиты, насыщенные сульфидно-кварцевыми прожилками и содержащими жилы кварца. Мощность отдельных золоторудных тел колеблется от 0,5 до 1,8 м, а их протяженность – от первых метров до первых десятков метров. На месторождении Ходокан-VI содержания золота варьируют от 1,29 до 10,92 г/т (в отдельных пробах до 98 г/т), на месторождении Истанах – от 6,8 до 8,5 г/т. Запасы месторождений на учете не состоят, а общие прогнозные ресурсы золота оценены в 15 т по категории P₁ и 52,7 т по категории P₂ [9; 15]. В течение последних лет в данном узле проводится разведка. Возраст оруденения Ходоканского рудного узла, по радиологическим данным, составляет 460–440 млн лет [4], а источником золота считаются первично золотоносные породы пурпольской свиты и подстилающей коры выветривания [6; 9].

Золото-сульфидно-кварцевое оруденение Богаюктинского потенциального золоторудного узла сопоставляется с оруденением рудногорского типа, а аналогом промышленного Морозкинского месторождения на горе Рудная в Лебединском золоторудном узле (Центральный Алдан) рассматривается рудопроявление Горное [17]. Рудопроявление Горное, как и Морозкинское месторождение, локализуется в зоне дробления позднемеловых щелочных сиенитов и вмещающих пород с интенсивно проявленным окварцеванием, сульфидизацией и березитизацией. Содержания золота от десятых долей до 9,5 г/т при среднем содержании 2,7 г/т [3]. Поставленные на учет прогнозные ресурсы золота Богаюктинского узла составляют 50 т по категории P₃ [17]. Возраст золоторудного оруденения и вмещающих сиенитов на месторождении Морозкинское оценивается в 130 млн лет

[16]. Аналогичным возрастом характеризуются щелочные сиениты эльконского комплекса на анализируемой территории.

Золоторудная черносланцевая формация представлена комплексными рудопроявлениями Бульбухтинского грабена (Кульбаракун, Валентиновское, Куликач и др.) в углеродистых сланцах среднерифейской бульбухтинской свиты, объединенными в выделяемый впервые Куликачско-Кульбаракунский потенциальный платиноидно-золоторудный узел (рис. 2, 3). На этих рудопроявлениях развито стратиформное золото-сульфидное (с платиноидами) и наложенное жильно-штокверковое золото-сульфидно-кварцевое оруденение, контролирующееся, как и на объектах прилегающего Ходоканского золоторудного узла, зонами складчато-разрывных дислокаций (с окварцеванием, сульфидизацией и др.). Содержания золота в пластах пиритизированных черных сланцев в пределах 0,1–0,8 г/т (при суммарных содержаниях платины и палладия в отдельных пробах до 0,1–1,4 г/т), а в зонах смятия, окварцевания и сульфидизации повышается до 1,0–4,3 г/т. Считается, что возраст стратиформных руд среднерифейский, а более богатых жильно-штокверковых – ордовико-силурийский [7]. Прогнозные ресурсы категории P₃ золота в количестве 43 т и платины в количестве 3 т для Куликачско-Кульбаракунского рудного узла приняты и поставлены на учет в 2023 г.

Золоторудную конгломератовую формацию характеризуют рудопроявления в базальных конгломератах (и гравелитах) нижнерифейской пурпольской свиты, образующие Ченчинскую потенциальную редкометалльно-золоторудную зону на восточном склоне Нечерского поднятия (рис. 2, 3). Горизонты золотоносных конгломератов имеют мощность от 0,5–2,0 м до 5–7 м при прослеженной протяженности до 1200 м и более. Оруденение Ченчинской зоны является комплексным с танталом и ниобием. Основные рудные минералы – самородное золото и скандиевый танталоколумбит (с 2–3% Sc). Содержания золота от 0,2–2,0 г/т до 4,0 г/т, тантала – от 0,008–0,02 до 0,078% (при среднем 0,039%) и ниобия – от 0,025 до 0,455%. Среди сопутствующих минералов развиты ильменорутит, циркон, монацит, ксенотим, ураноторит, торит и колумбит [18].

Свинец, цинк. Оруденение *свинцово-цинковой карбонатной стратиформной формации* представлено малым месторождением Бестях, многочисленными рудопроявлениями, сконцентрированными в Бестяхском рудном и Оттахском потенциально рудном узлах, выделенных авторами впервые на площади Джелиндинско-Оттахского горст-антиклинального выступа (рис. 2, 3).

Малое месторождение Бестях Бестяхского рудного узла расположено в западной краевой части Джелиндинско-Оттахского горст-антиклинального выступа, локализовано в онколитовых, оолитовых и строматолитовых доломитах верхней подсвиты сеньской свиты и экранируется горизонтом пере-

крявающих мергелей и глинистых известняков основания торгинской свиты. Гидротермально-метасоматические процессы выражены джаспероидизацией, прожилковым окварцеванием и доломитизацией. Главная рудная залежь месторождения протяженностью более 5 км и шириной 200–400 м объединяет рудные тела с богатым прожилково-вкрапленным галенит-сфалеритовым оруденением. Руды являются комплексными, а их особенностью являются повышенные концентрации Ag, Cd, Ge, Ga, а также Hg. Всеми исследователями (В. Д. Номоконов, 1966 г.; Б. В. Огиенко, 1973 г.; А. Н. Потороченко, 1977 г.; А. Н. Блинников, 1981 г.) признается полигенная природа свинцово-цинкового оруденения при участии осадочно-диагенетических и более поздних гидротермально-метасоматических процессов. Запасы месторождения Бестях на учете не состоят. Прогнозные ресурсы категории P_1 главной рудной залежи месторождения оценены в 45 тыс. т свинца и 50 тыс. т цинка при среднем содержании свинца 0,29% и цинка 0,32%, а Бестяхского рудного поля в целом по категории P_2 в количестве 110 тыс. т свинца и 50 тыс. т цинка [3]. Прогнозные ресурсы Бестяхского рудного узла категории P_3 составят: цинка 1800 тыс. т и свинца 385 тыс. т. Ресурсы апробированы и поставлены на учет в 2023 г. Аналогичные рудопроявления свинца и цинка известны практически на всем протяжении Бестяхского рудного узла.

В Оттахском потенциальном рудном узле подобное оруденение установлено на рудопроявлении Оттах. На этом рудопроявлении в биогермных доломитах сеньской свиты оконтурена рудоносная залежь протяженностью до 2,3 км с рудными телами, содержащими в среднем 0,16% свинца и 0,62% цинка. Общие прогнозные ресурсы категории P_2 рудоносной залежи проявления Оттах оцениваются в 29 тыс. т свинца и 102 тыс. т цинка (А. Н. Блинников, 1981 г.). Прогнозные ресурсы категории P_3 Оттахского рудного составляют 503 тыс. т цинка и 108 тыс. т свинца. Эти прогнозные ресурсы в указанных количествах апробированы и поставлены на учет в 2023 г.

Прогнозная оценка и перспективы открытия новых объектов главного оруденения. На основании изложенных данных можно констатировать, что анализируемую территорию можно считать определенной резервной минерально-сырьевой базой урана, золота и полиметаллов Северного Забайкалья с перспективами расширения минерально-сырьевого потенциала.

Главными рудоносными площадями впервые рассматриваются Бульбухтинский урановорудный узел и Ченчинская потенциальная редкометалльно-золоторудная зона в составе Нечерского рудного района, Ходоканский золоторудный и Куликачско-Кульбаракунский потенциальный платиноидно-золоторудный узлы в составе Балаганахско-Бульбухтинского рудного района, Бестяхский свинцово-цинковый рудный и Оттахский потенциальный рудный узлы в составе Ченча-Жуинского

рудного района, а также Богаюктинский потенциальный золоторудный узел вне рудных районов (рис. 3). Перечисленные площади, за исключением Ходоканского золоторудного узла, относятся к нераспределенному фонду недр и могут быть рекомендованы к дальнейшему изучению, после исследования их ГДП-200/2.

В числе высокоперспективных выделяются Бестяхский рудный и Куликачско-Кульбаракунский потенциальный рудный узлы с определенным оруденением соответственно свинцово-цинковой карбонатной стратиформной и золоторудной черносланцевой формациями, известной в промышленных масштабах (крупное месторождение Чертово Корято и др.) на соседнем Тонодском поднятии (рис. 1) [10]. Бестяхский и Куликачско-Кульбаракунский узлы рассматриваются объектами первоочередных поисково-оценочных работ с ожидаемыми малыми, средними и крупными месторождениями перечисленных рудно-формационных типов.

Среднеперспективными рассматриваются Бульбухтинский урановорудный узел с не востребуемым в настоящее время жильно-штокерковым оруденением в березитах, менее изученные площади Оттахского и Богаюктинского потенциальных рудных узлов с прогнозируемыми малыми месторождениями соответственно свинцово-цинковой карбонатной стратиформной и золоторудной сульфидно-кварцевой формациями рудногорского типа [17] с рекомендуемой постановкой поисково-оценочных работ второй очереди. К среднеперспективным объектам второй очереди также отнесена Ченчинская потенциальная редкометалльно-золоторудная зона, принимая во внимание развитие в этой зоне золотого оруденения малораспространенного конгломератового типа, но требующего дополнительного изучения, учитывая комплексный состав руд с практически значимыми концентрациями редких металлов (тантала и ниобия).

Отдельно остановимся на потенциальных перспективах золотоносности впервые выделенного Ченча-Жуинского золото-свинцово-цинкового района с прогнозируемым эпitherмальным золотым оруденением карлинского типа [3], рассматриваемым в составе золоторудной джаспероидной формации, которая ранее в пределах данной территории не определялась. Основными критериями прогнозирования подобного оруденения [7] в Ченча-Жуинском районе является его тектоническая позиция (на площади Джелиндинско-Оттахского горст-антиклинального выступа в краевых частях Березовской впадины), наблюдаемое площадное проявление практически во всех вмещающих карбонатных отложениях (кумахулахской, сеньской, торгинской свит) характерных окolorудных процессов джаспероидизации (с жильно-прожилковым окварцеванием и карбонатизацией) и установленные в процессе геологического доизучения (ГДП-200/2) прямые признаки – проявления золота в апокарбонатных джаспероидах (рис. 3), первичные, вторичные геохимические ореолы и рудогенные аномальные геохимические поля типовых

рудных элементов, включая Au, Ag, Hg, Sb и др. [5]. Важно отметить, что перечисленные прямые признаки проявлены на определившихся перспективных площадях Бестяхского и Оттахского узлов Ченча-Жуинского района (на флангах известных свинцово-цинковых объектов), что обосновывает целесообразность проведения специализированных поисков на золото в рамках рекомендованных на этих площадях поисково-оценочных работ.

Авторы благодарят С. А. Анисимову, А. М. Карпунина и Е. Н. Афанасьеву за заинтересованность в работе и ценные рекомендации.

Работа выполнена в рамках Государственной регистрации работ № 643-20-1068 по объекту «Проведение в 2020–2022 гг. региональных геологосъемочных работ масштаба 1 : 200 000 на группу листов в пределах Сибирского федерального округа»: «ГДП-200 ЛИСТА О-50-ХVI (ЧЕНЧИНСКАЯ ПЛОЩАДЬ)» во время обучения автора (В. А. Артебякиной) в аспирантуре Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубев В. Н., Макарьев Л. Б., Былинская Л. В. Отложение и ремобилизация урана в Северо-Байкальском регионе, по данным анализа U-Pb-изотопных систем урановых руд // Геология рудных месторождений. – 2008. – Т. 50, № 6. – С. 548–557.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист О-49 – Киренск. Объяснительная записка / Н. Н. Митрофанова, В. И. Болдырев, Н. К. Коробейников и др. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. – 607 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист О-50 – Бодайбо. Объяснительная записка / Л. Б. Макарьев, Г. Л. Митрофанов, Н. Н. Митрофанова и др. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. – 612 с.
4. Изотопно-геохимические и геохронологические особенности золоторудного месторождения Ходокан (Восточная Сибирь) / Э. А. Ланда, Л. Б. Макарьев, Л. В. Былинская, С. А. Сергеев, М. В. Павлов, Э. М. Прасолов, Э. Б. Пилепский, К. И. Лохов, И. Н. Капитонов, Д. И. Матуков // Региональная геология и металлогения. – 2006. – № 28. – С. 144–152.
5. Калина В. А., Макарьев Л. Б. Геологические предпосылки и признаки формирования золотого рудения карлинского типа в Джелиндинско-Оттахском свинцово-цинковом районе (Северное Забайкалье) // Сборник тезисов докладов «Минерально-сырьевая база алмазов, благородных и цветных металлов — от прогноза к добыче» III Молодежная научно-образовательная конференция ЦНИГРИ (10–12 апреля 2022 г., Москва, ФГБУ «ЦНИГРИ»). – М. : ЦНИГРИ, 2022. – С. 79–81.
6. Калина В. А., Макарьев Л. Б. Главные эпохи эндогенного рудообразования Нечерского поднятия (Северное Забайкалье) // Труды Пятого Международного симпозиума «Уран: геология, ресурсы, производство». – М. : ФГБУ «ВИМС», 2021. – С. 181–197.
7. Калина В. А., Макарьев Л. Б. Перспективы золотоносности области сочленения Нечерского поднятия и Березовской впадины (Северное Забайкалье) // Труды научно-практической конференции «Актуальные проблемы поисковой геологии». – М. : ФГБУ «ВИМС», 2023. – С. 118–123.
8. Котов А. Б. Граничные условия геодинамических моделей формирования континентальной коры Алданского щита // Автореф. дисс. док. геол.-минерал. наук. – СПб. : ИГД РАН, 2003. – 78 с.
9. Макарьев Л. Б., Былинская Л. В., Павлов М. В. Урановое и благороднометалльное оруденение северной части Нечерского поднятия (Бульбухтинская площадь): вещественные особенности и стадийность формирования // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. – 2005. – Вып. 147. – С. 69–83.
10. Макарьев Л. Б., Калина В. А. Особенности геологии, металлогении и перспективы Тонодского поднятия (Северное Забайкалье) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы VI Международной конференции (Томск, 20–24 сентября 2021 г.). – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – С. 325–331.
11. Макарьев Л. Б., Миронов Ю. Б. Возраст и формационно-генетические особенности уранового оруденения Патомского нагорья // Материалы по геологии, поискам и разведке месторождений урана, редких и редкоземельных металлов, информационный сборник. – 2020. – Вып. 161. – С. 60–70.
12. Макарьев Л. Б., Миронов Ю. Б. Особенности металлогении и перспективы промышленной ураноносности Чуйско-Тонодской минерагенической зоны Северного Забайкалья (по материалам ГК-1000/3 и ГДП-200) // Региональная геология и металлогения. – 2014. – № 5. – С. 87–94.
13. Макарьев Л. Б., Миронов Ю. Б., Ефремова У. С. Геологические обстановки и возрастные рубежи формирования уранового оруденения Патомского нагорья (Северное Забайкалье) // Разведка и охрана недр. – 2020. – № 6. – С. 9–18.
14. Макарьев Л. Б., Павлов М. В. Ураноносные известняки Березовского прогиба (Западный Алдан) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. – 2009. – Вып. 153. – С. 78–87.
15. Минерально-сырьевая база урана Восточной Сибири / Д. А. Самович, И. И. Царук, А. А. Кокарев, Л. П. Гаврилов, Е. А. Митрофанов. – Иркутск : Глазковская типография, 2012. – 163 с.
16. Молчанов А. В. Историко-геологическая модель уранового рудогенеза Алданского и Анабарского щитов Сибирской платформы // Региональная геология и металлогения. – 2022. – № 90. – С. 78–90.
17. Несмеянов Л. О., Гребенкин Н. А. Перспективы выявления золотого оруденения в пределах Ничатского потенциального рудного узла // Материалы V международной конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А. П. Карпинского. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2017. – С. 281–284.
18. Новый тип золото-редкометалльного оруденения в древних конгломератах Восточной Сибири (Патомское нагорье) / Л. Б. Макарьев, Л. В. Былинская, М. В. Павлов, В. В. Паршуков, Т. Е. Салтыкова, Е. В. Толмачева // Региональная геология и металлогения. – 2007. – № 32. – С. 134–145.
19. Перевалов О. В., Срывцев Н. А. Геологическое строение и минерагения Бодайбинского и Мамского горнорудных районов. – М. : ГЕОКАРТ ; ГЕОС, 2013. – 276 с.
20. Пространственно-временная связь позднедокембрийских урановорудных объектов с базитовым магматизмом южной границы Сибирской платформы / Н. А. Гребенкин, Е. Н. Карманов, Н. В. Леденева, С. И. Мельников // Труды Пятого Международного симпозиума «Уран: геология, ресурсы, производство». – М. : ФГБУ «ВИМС», 2021. – С. 139–162.

21. Раннепротерозойские коллизионные и пост-коллизионные граниты северной части Байкальской складчатой области / А. М. Ларин, Е. Б. Сальникова, А. Б. Котов, Л. Б. Макарьев // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2006. – Т. 14, № 5. – С. 3–15.

REFERENCES

- Golubev V. N., Makariev L. B., Bylinskaya L. V. Otlozhenie i remobilizatsiya urana v Severo-Bajkal'skom regione, po dannym analiza U-Pb-izotopnykh sistem uranovykh rud [Deposition and remobilization of uranium in the North Baikal region, according to the analysis of U-Pb isotope systems of uranium ores]. *Geology of ore deposits*, 2008, vol. 50, no. 6, pp. 548–557.
- Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Aldano-Zabajkal'skaya. List O-50 – Kirensk. Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1,000,000 (third generation). Aldano-Zabaikalskaya series. Sheet O-50 – Kirensk. Explanatory note]. Eds.: N. N. Mitrofanova, V. I. Boldyrev, N. K. Korobeynikov et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2012, 607 p.
- Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Aldano-Zabajkal'skaya. List O-50 – Bodajbo. Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1,000,000 (third generation). Aldano-Zabaikalskaya series. Sheet O-50 – Bodaibo. Explanatory note]. Eds.: L. B. Makar'ev, G. L. Mitrofanov, N. N. Mitrofanova et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2010, 612 p.
- Landa E. A., Makariev L. B., Bylinskaya L. V., Sergeev S. A., Pavlov M. V., Prasolov E. M., Pilepsky E. B., Lokhov K. I., Kapitonov I. N., Matukov D. I. Izotopno-geohimicheskie i geohronologicheskie osobennosti zoloto-rudnogo mestorozhdeniya Hodokan (Vostochnaya Sibir') [Isotope-geochemical and geochronological features of the Khodokan gold deposit (Eastern Siberia)]. *Regional Geology and Metallogeny*, 2006, no. 28, pp. 144–152.
- Kalina V. A., Makariev L. B. Geologicheskie predposylki i priznaki formirovaniya zolotogo orudneniya karlinskogo tipa v Dzhelindinsko-Ottahskom svincovo-cinkovom rajone (Severnoe Zabajkal'e) [Geological prerequisites and signs of the formation of gold mineralization of the Karlin type in the Jelindinsky-Ottakh lead-zinc region (Northern Transbaikalia)]. *Sbornik tezisev dokladov «Mineral'no-syr'evaya baza almazov, blagorodnykh i cvetnykh metallov – ot prognoza k dobyche» III Molodezhnaya nauchno-obrazovatel'naya konferenciya CNIGRI (10–12 Aprelya 2022 g., Moscow, FGBU «CNIGRI»)*. Moscow, TsNIGRI, 2022, pp. 79–81.
- Kalina V. A., Makariev L. B. Glavnye epohi endogenogo rudoobrazovaniya Necherskogo podnyatiya (Severnoe Zabajkal'e) [The main epochs of endogenous ore formation of the Nechersky elevation (Northern Transbaikalia)]. *Trudy Pyatogo Mezhdunarodnogo simpoziuma «Uran: geologiya, resursy, proizvodstvo»*. Moscow, FSBI «VIMS», 2021, pp. 181–197.
- Kalina V. A., Makariev L. B. Perspektivy zolotonosnosti oblasti sochleneniya Necherskogo podnyatiya i Berezovskoj vpadiny (Severnoe Zabajkal'e) [Prospects of gold bearing in the area of the junction of the Nechersky elevation and the Berezovskaya depression (Northern Transbaikalia)]. *Trudy nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktual'nye problemy poiskovoj geologii»*. Moscow, FSBI «VIMS», 2023, pp. 118–123.
- Kotov A. B. Granichnye usloviya geodinamicheskikh modelej formirovaniya kontinental'noj kory Aldanskogo shchita [Boundary conditions of geodynamic models of the formation of the continental crust of the Golden Shield]. *Avtorefer. diss. dok. geol.-mineral. nauk*. St. Petersburg, IGGD RAN, 2003, 78 p.
- Makariev L. B., Bylinskaya L. V., Pavlov M. V. Uranovoe i blagorodnometal'noe orudnenie severnoj chasti Necherskogo podnyatiya (Bul'buhtinskaya ploschad'): veshchestvennye osobennosti i stadijnost' formirovaniya [Uranium and precious metal mineralization of the northern part of the Nechersky uplift (Bulbukhtinskaya square): material features and stages of formation]. *Materials on the geology of deposits of uranium, rare and rare earth metals*, 2005, iss. 14, pp. 69–83.
- Makariev L. B., Kalina V. A. Osobennosti geologii, metallogenii i perspektivy Tonodskogo podnyatiya (Severnoe Zabajkal'e) [Features of geology, metallogeny and prospects of the Tonod uplift (Northern Transbaikalia)]. *Radioaktivnost' i radioaktivnye elementy v srede obitaniya cheloveka: materialy VI Mezhdunarodnoj konferencii (Tomsk, 20–24 Sentyabrya 2021 g.)*. Tomsk, Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2021, pp. 325–331.
- Makariev L. B., Mironov Yu. B. Vozrast i formacionno-geneticheskie osobennosti uranovogo orudneniya Patomskogo nagor'ya [Age and formation-genetic features of uranium mineralization of the Patom Upland]. *Materialy po geologii, poiskam i razvedke mestorozhdenij urana, redkih i redkozemel'nykh metallov, informacionnyj sbornik*, 2020, iss. 161, pp. 60–70.
- Makariev L. B., Mironov Yu. B. Osobennosti metallogenii i perspektivy promyshlennoj uranonosnosti Chujsko-Tonodskoj mineragenicheskoj zony Severnogo Zabajkal'ya (po materialam GK-1000/3 i GDP-200) [Features of metallogeny and prospects of industrial uranium content of the Chujsko-Tonoda mineragenic zone of Northern Transbaikalia (based on materials GC-1000/3 and GDP200)]. *Regional Geology and Metallogeny*, 2014, no. 5, pp. 87–94.
- Makariev L. B., Mironov Yu. B., Efremova U. S. Geologicheskie obstanovki i vozrastnye rubezhi formirovaniya uranovogo orudneniya Patomskogo nagor'ya (Severnoe Zabajkal'e) [Geological conditions and age boundaries of the formation of uranium mineralization of the Patomsky Highlands (Northern Transbaikalia)]. *Razvedka i ohrana nedr*, 2020, no. 6, pp. 9–18.
- Makariev L. B., Pavlov M. V. Uranonosnye izvestnyaki Berezovskogo progiba (Zapadnyj Aldan) [Uranium-bearing limestones of the Berezovsky trough (Western Aldan)]. *Materials on the geology of deposits of uranium, rare and rare earth metals*, 2009, iss. 153, pp. 78–87.
- Samovich D. A., Tsaruk I. I., Kokarev A. A., Gavrilo L. P., Mitrofanov E. A. Mineral'no-syr'evaya baza urana Vostochnoj Sibiri [Mineral resource base of uranium in Eastern Siberia]. Irkutsk, Glazkovskaya printing house, 2012, 163 p.
- Molchanov A. V. Istoriko-geologicheskaya model uranovogo rudogeneza Aldanskogo i Anabarskogo schitov Sibirskoj platformi [Historical and geological model of uranium ore genesis of the Aldan and Anabar shields of the Siberian platform]. *Regional Geology and Metallogeny*, 2022, no. 90, pp. 78–90.
- Nesmeyanov L. O., Grebenkin N. A. Perspektivy vyyavleniya zolotogo orudneniya v predelakh Nichatskogo potencial'nogo rudnogo uzla [Prospects for the identification of gold mineralization within the Nichat potential ore node]. *Materialy V mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov pamyati akademika A. P. Karpinskogo*. St. Petersburg, VSEGEI Publishing House, 2017, pp. 281–284.
- Makariev L. B., Bylinskaya L. V., Pavlov M. V., Parshukov V. V., Saltykova T. E., Tolmacheva E. V. Novyj tip zoloto-redkometall'nogo orudneniya v drevnih konglomeratah Vostochnoj Sibiri (Patomskoe nagor'e) [A new type of gold-rare-metal mineralization in ancient conglomerates of Eastern Siberia (Patom Upland)]. *Regional Geology and Metallogeny*, 2007, no. 32, pp. 134–145.
- Perevalov O. V., Razvortsev N. A. Geologicheskoe stroenie i minerageniya Bodajbinskogo i Mamskogo

gornorudnyh rajonov [Geological structure and mineralogy of the Bodaibinsky and Mamsky mining districts]. Moscow, GEOKART, GEOS, 2013, 276 p.

20. Grebenkin N. A., Karmanov E. N., Ledeneva N. V., Melnikov S. I. Prostranstvenno-vremennaya svyaz' pozdne-dokembrijskih uranovorudnyh ob'ektov s bazitovym magmatizmom yuzhnoj granicy Sibirskoj platformy [Spatial-temporal connection of Late Precambrian uranium ore objects with basite magmatism of the southern boundary of the Siberian

platform]. *Trudy Pyatogo Mezhdunarodnogo simpoziuma «Uran: geologiya, resursy, proizvodstvo»*. Moscow, FSBI «VIMS», 2021, pp. 139–162.

21. Larin A. M., Salnikova E. B., Kotov A. B., Makariev L. B. Ranneproterozojskie kollizionnye i postkollizionnye granity severnoj chasti Bajkal'skoj skladchatoj oblasti [Early Proterozoic collisional and post-collisional granites of the northern part of the Baikal folded region]. *Stratigraphy. Geological correlation*, 2006, vol. 14, no. 5, pp. 3–15.

Артебякина Виктория Андреевна – геолог I категории, Центр прогнозно-металлогенических исследований. <Viktoriya_Kalina@karpinskyinstitute.ru>

Макарьев Леонид Борисович – канд. геол.-минерал. наук, вед. специалист, Центр прогнозно-металлогенических исследований. <Leonid_Makariev@karpinskyinstitute.ru>

Миронов Юрий Борисович – доктор геол.-минерал. наук, зав. отделом, Центр прогнозно-металлогенических исследований. <Yuri_Mironov@karpinskyinstitute.ru>

Artebyakina Victoriya Andreevna – Geologist, Center for Prognostic-Metallogenic Research. <Viktoriya_Kalina@karpinskyinstitute.ru>

Makariev Leonid Borisovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Expert, Center for Prognostic-Metallogenic Research. <Leonid_Makariev@karpinskyinstitute.ru>

Mironov Yuriy Borisovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department, Center for Prognostic-Metallogenic Research. <Yuri_Mironov@karpinskyinstitute.ru>

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (Институт Карпинского). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

All-Russian Geological Research Institute of A. P. Karpinsky (Karpinsky Institute). 74 Sredny Pr., St. Petersburg, Russia, 199106.