ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021;(11-1):130–145
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 553.3/4 DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_130

МЕТАЛЛОГЕНИЯ МАНЬХАМБОВСКОГО БЛОКА (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

В. А. Душин[1], А. К. Трутнев[1], Е. А. Жуклин[1], Д. И. Прокопчук[1], Л. А. Демина[1]

[1] Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация: Впервые на основе созданных формационной и металлогенической карт и разработанных авторских легенд территории показано геологическое строение, геодинамические обстановки формирования, металлогенические особенности разновозрастных породных ассоциаций. Маньхамбовский блок отвечает Турупьинско-Маньхамбовскому уран-редкометалльному потенциальному рудному району и входит в Ляпинскую минерагеническую зону, которая является составной частью Западно-Уральской мегазоны Уральской минерагенической провинции. В его истории развития выделяются четыре металлогенических эпохи: дорифейская, рифейско-кембрийская, палеозойская и мезозойско-кайнозойская, специализированные на уран, торий, железо, редкие и цветные металлы, золото, к наиболее значительным объектам которых относятся рудопроявления и месторождения Турман (U, Th, TR, Au, Pt), Турупьинское (Ta, Nb, TR, U, Th, Bi), МАН-9 (Fe, TR) и др. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наряду с определенной рудной специализацией металлогенических эпох важным фактором, влияющим на рудоносность территории, являются установленные в процессе исследований активизированные шовные зоны. В областях сопряжения последних с поперечными структурами глубинного заложения локализованы наиболее крупные рудные объекты, включая стратиформные месторождения, а также нетрадиционные объекты типа «структурно-стратиграфического несогласия».

Ключевые слова: металлогения, Маньхамбовский блок, формация, эпоха, шовная зона, месторождения, рудопроявления.

Для цитирования: *Душин В. А., Трутнев А. К., Жуклин Е. А., Прокопчук Д. И., Демина Л. А.* Металлогения Маньхамбовского блока (Приполярный Урал) // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 11-1. — С. 130–145. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_130.

Metallogeny of Mankhamba Block in Subpolar Urals

V. A. Dushin[1], A. K. Trutnev[1], E. A. Zhuklin[1], D. I. Prokopchuk[1], L. A. Demina[1]

[1] Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia

Abstract: For the first time ever, based on the rock formation and metallogeny map, as well as the authorial territorial legends, the geological structure, geodynamic behavior and metallogenic peculiarities of differently aged rock associations are shown. Mankhamba Block occurs in the Turupya–Mankhamba uranium–rare metal province and is included in the Lyapin minerageny zone. It is a component of the West Ural Megazone of the Urals Minerageny Province. History of the Block contains four metallogenic periods: pre-Riphean, Riphean–Cambrian, Paleozoic and Mesozoic–Cenozoic ages specializing in uranium, thorium, iron, rare and nonferrous metals,

© В. А. Душин, А. К. Трутнев, Е. А. Жуклин, Д. И. Прокопчук, Л. А. Демина. 2021

and gold largely occurring in the Turman deposit (U, Th, TR, Au, Pt), Turupya deposit (Ta, Nb, TR, U, Th, Bi), MAH-9 (Fe, TR) and others. The results imply that, alongside with the defined metal specialization of the metallogenic periods, a significant influence is exerted on the ore content in the test territory by the activated suture zones identified during the research. At junctions of the sutures and deep transverse structures, the largest ore bodies are localized, including stratiform deposits and nonconventional structurally and stratigraphically discordant objects.

Key words: metallogeny, Mankhamba Block, rock formation, period, suture zone, deposits, mineralization.

For citation: Dushin V. A., Trutnev A. K., Zhuklin E. A., Prokopchuk D. I., Demina L. A. Metallogeny of Mankhamba Block in Subpolar Urals. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(11-1):130–145. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_111_0_130.

Введение

Уральский складчатый пояс является весьма актуальным полигоном для разработки и внедрения передовых металлогенических концепций, выступая инвестиционно привлекательной территорией для горно-геологической отрасли страны.

Основная проблема, поднимаемая в работе, корреспондируется со «Стратегий развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 года» в части формирования «поискового задела» нетрадиционных и новых для отечественной горнодобывающей промышленности дефицитных видов минерального сырья.

Целью работы было установить региональные закономерности размещения полезных ископаемых на основе изучения геологического строения, геодинамических обстановок, проявления магматизма и осадконакопления одного из крупнейших на Урале сегмента Палеоконтинентального сектора — Маньхамбовского блока. Своеобразие металлогенической специализации последнего на уран, торий, редкие металлы, золото, обусловили как повышенный интерес, так и противоречивые представления о его геологии, составе породных комплексов, их возрасте и генезисе, влияющих на идеологию поисково-разведочных работ.

В работе применялись обобщение, анализ и синтез материалов многолетних исследований геологии и металлогении региона, включая опытно-методические, тематические и геолого-съемочные работы (ГДП-200/2 листов P-40-VI, P-40-XII) с привлечением обширных литературных источников.

Рассматриваемая в статье территория Маньхамбовского блока охватывает горную, во многом обнаженную, часть Северного и Приполярного Урала от истоков р. Печоры на юге до широты р. Манья на севере, протягиваясь в меридиональном направлении более чем на 300 км и административно входя в Ханты-Мансийский автономный округ — Югру и отчасти в республику Коми.

В основу данной публикации положены результаты проводимых авторами на протяжении более двадцати лет исследований, включающих тематические (2000—2010 гг.) и геолого-съемочные (ГДП-200/2 листов P-40-VI, XII — 2007—2018 гг.) работы в составе Северной научно-исследовательской геологической экспедиции УГГУ, а также анализ многочисленных литературных источников по геологии и металлогении региона [1—6].

Изучением геологии и металлогении Маньхамбовской структуры в раз-

ные годы занимались многие исследователи, начиная с А. Н. Алешкова (1937) и Н. А. Сирина (1941). Среди них следует отметить М. Б. Фишмана, Б. А. Голдина, Е. П. Калинина, С. С. Щербина (1963 — 1970), В. Н. Малашевского (1970), В. С. Митюшеву (1971), Г. И. Севастьянова (1974). Этими же вопросами при геолого-съемочных и тематических работах занимались Л. Т. Белякова (1968 — 1979), В. А. Душин (1984 — 1987, 2006 — 2016), А. В. Калиновский (1989 — 1990) и др.

Исследования, проводимые до 80-х годов прошлого века, рассматривали данную территорию с позиций развития геосинклинальных и краевых платформенных областей с соответствующим характером магматизма и металлогении. Последние литературные обобщения осуществлены в работах под редакцией А. Ф. Морозова, в которых используются и наши данные, показана геодинамика и минерагения в целом Ляпинской структуры в рамках Уральской покровно-складчатой области.

Уральский межплитный складчатый пояс представляет собой сложный гетерогенный ансамбль структурно-вещественных ассоциаций различных геодинамических обстановок, реализованных [1 — 4] в конкретных тектонических элементах строения региона. Так, с запада на восток нами выделяются Палеоконтинентальный, Палеоокеанический и Плитный секторы (рис. 1). Первый включает аккретированные конструктивно-деструктивные комплексы доуралид (Маньхамбовский блок) и рифтогенно-склоновые формации палеозоя (Елецкая и Лемвинская структурно-формационные зоны), в основании которых установлены фрагменты древней архей-палепротерозойской (с модельным Sm-Nd возрастом 1,4 — 2,9 млрд. лет), большей частью континентальной коры (Няртинский, Неркаюский и др.) [1, 7].

Палеоокеанический сектор известен в литературе под названием Тагильской синформы, которая включает в себя структурно-вещественные комплексы древнего основания и островодужно-коллизионные террейны раннего-среднего палеозоя. Плитный зафиксирован типичными платформенными осадками Западно-Сибирской плиты, залегающими дискордантно, с корой выветривания в основании, на отложениях палеозоя [3, 4, 8, 9].

Обсуждение результатов

Металлогения Маньхамбовского блока связана с развитием широкого спектра геологических процессов, сформировавших все генетические классы полезных ископаемых, проявившиеся в пределах четырех металлогенических эпох: дорифейской, рифейско-кембрийской, палеозойской и мезозойско-кайнозойской.

Дорифейская металлогеническая эпоха охватывает структурно-вещественные комплексы данного возрастного уровня, представленные глубокометаморфизованными породами эклогитовой и амфиболитовой фаций, развитых в ядерных частях Няртинского и Маньхамбовского (очень ограничено) блоков. Реставрация первичной природы метаморфитов позволила выявить в составе дорифейских комплексов метаалевроглинисто-песчаную, метабазальтовую и, возможно, мигматит-гранитовую формации. Это реликты разнообразных мигматитов, плагиогнейсов, плагиогнейсо-гранитов, изредка (<1%) фиксируемых в дорифейском разрезе и имеющих, по-видимому, отношение к дорифейским меткам в гранитоидах Маньхамбовского массива, в которых Л. В. Суминым (ВИМС) определены

цирконы с возрастом 2,5—3 млрд лет. Кроме того, из северного эндоконтакта данного массива нами дополнительно получены отдельные конкордантные значения возраста 2725±8,4 Ма в долеритах [1, 10].

Металлогения этой эпохи в настоящее время изучена еще слабо и характеризуется проявлением метаморфогенного оруденения, главным образом, неметаллических полезных ископаемых (графит, мусковит, кианит, андалузит), а также железа, титана и, возможно, марганца.

Рифейско-раннекембрийские отложения метаморфизованы в условиях зеленосланцевой (эпидот-хлоритовая, биотит-актинолитовая) и частично амфиболитовой фаций. От нижележащих раннепротерозойских образований их отделяет крупный перерыв в осадконакоплении, фиксируемый многоэтапными дислокациями как рифея, так и фанерозоя. Стратифицируемые образования расчленены на ряд свит (от ранних к поздним): маньхобейнская (RF_1), щокурьинская (RF_1), пуйвинская (RF_{2-3}), хобеинская (RF_3), мороинская (RF_3), саблегорская (RF_3-V), лаптопайская и арьяншорская (V). Суммарная мощность разреза составляет 4—5 тыс. метров.

Анализ геологической информации по рифею-венду севера Урала в сопоставлении её с данными по фундаменту северо-востока Русской платформы и Западно-Сибирской плиты свидетельствует о том, что осадконакопление и магматизм этого периода носили черты субплатформенного авлакогенрифтогенного (RF_{1-3}) и коллизионного (RF_3-$Є_1$) типов [1, 6].

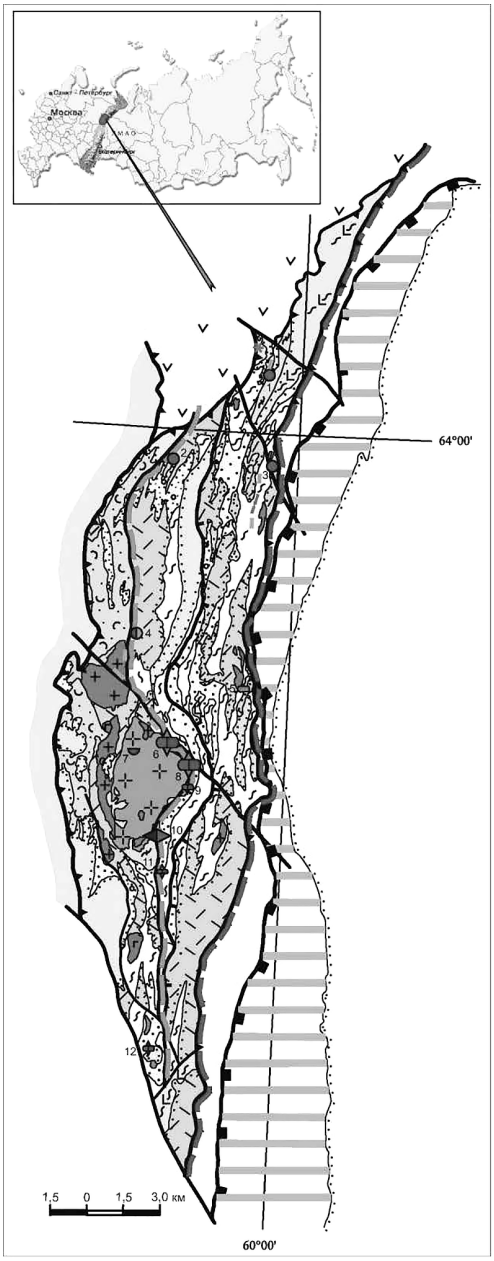
Металлогения рифейского депрессионно-рифтогенного этапа обусловлена, главным образом, рудными концентрациями железа, радиоактивных и редких металлов. Так, в истоках р. Ман-Няйс выявлено мелкое месторождение формации железистых кварцитов (МАН-9). Оно расположено в области дальнего юго-восточного экзоконтакта Маньхамбовского гранитного массива среди салически-фемических метаморфитов (амфиболитовая, гранат-амфиболитовая фации) маньхобеинской свиты нижнего рифея. Породы повсеместно диафторированы. Оконтурены три наиболее перспективные компактные, сопрягающиеся рудные зоны протяженностью от 860 до 1160 м при ширине от 24 до 620 м. Зоны изучены на глубину и по площади поисковыми скважинами и канавами, по которым были выделены рудные интервалы средней мощностью 2,43 м с содержанием общего железа 36,12% и магнетитового 23,09%. Структурно-литологический анализ выхода продуктивной пачки рудоносных кварцитов позволил предположить, что существует единый сложнопостроенный стратифицированный рудный горизонт общей протяженностью более 3 км.

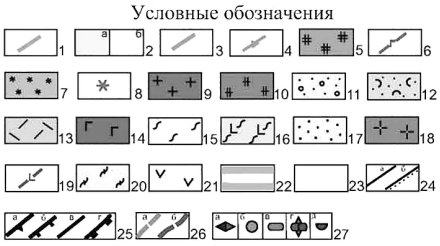
Магнетитовые руды и вмещающие их породы характеризуются наличием примесей цветных, редких и благородных металлов. При проведении ГДП-200/2 спектральным анализом в большинстве проб установлено повышенное содержание (г/т): W — 0,7; Mo — 5—100; Sn — 10—20; Bi — до 50, реже 100—500; Cu — 0,05—0,18% (в ряде случаев более 1%); Ce — 100 г/т; Ag — до 1—2 г/т. Атомно-абсорбционным анализом в части проб определено повышенное содержание золота — 0,01—0,5 г/т. Минералогическим анализом протолочных проб, наряду с уже известными для этих руд пиритом и халькопиритом, установлены шеелит, молибденит, флюорит. Масс-спектрометрический анализ (ICP-MS) пробы из массивных железных руд показал, что сумма редких земель в руде,

которые связаны преимущественно с минералами группы эпидота, ортита, составляет 0,668% [1, 11].

В тектонизированной конгломерато-песчаниковой пачке основания хобеинской свиты позднего рифея в восточном экзоконтакте Маньхамбовского массива расположена группа комплексных полигенно-полихронных уран-торий-редкометалльных, изначально палеороссыпных объектов (Неизвестный, Северный, Турман, Укъю и др.), принадлежащих, по-видимому, к типу «несогласия» [1]. Их формирование, судя по изотопно-геохронологическим параметрам руд (1100 млн лет, 560 млн лет, 250 млн лет, U-Pb метод), происходило со времени накопления уран-ториевых россыпей в позднем рифее через рудообразующие этапы в венде-кембрии, ордовике, девоне и раннем мезозое, участвуя в коллизионных процессах становления региона. Продуктивная пачка протяженностью около 60 км трассируется Кулемшорско-Маньхамбовской шовной зоной [2, 12]. На наиболее крупных объектах, таких как Палеодолинный, Неизвестный, Турман, Северный, Южный I, II, Укъю, рудоносные зоны прослежены с поверхности до 18 км, а на глубину — до 300 м. Выделяется три типа рудных тел: 1 — пластообразный и линзообразный, 2 — рудные прожилки и 3 — сложные по морфологии участки обогащения густо вкрапленных и сплошных руд. Количество рудных тел от одного до трех-четырех при мощности 0,3—15,2 м с максимальной протяженностью до 1600 м. Содержание полезных компонентов составляют (%) Th — 0,05—4,4; U — 0,013—0,52; Th/U — 1—27; Ta_2O_5 — 0,001—0,03; Nb_2O_5 — 0,008—0,4; ZrO_2 — 0,05—0,96 (до 7,95); $\sum TR_2O_3$ — 0,19—3,95. Отмечается присутствие золота в количестве до 6,6 г/т; серебра до 135 г/т и платиноидов до 13,5 г/т (ICP-MS). Минеральный состав руд насчитывает до 50 минеральных видов. Из ведущих можно отметить: циркон, малакон, торит, ураноторит, ортит, браннерит, отенит, ильменит, рутил, гематит, магнетит; в меньших количествах встречаются: солеит, приорит, эвксинит, монацит, торианит, ксенотим, фергусонит, колумбит, пирит, халькопирит, молибденит, флюорит, иногда золото [6, 13]. Хобеинская фаллаховая формация содержит небольшие проявления медистых песчаников и стратиформные полиметаллические золотосодержащие объекты. Оруденение медистых песчаников представлено пиритом, халькопиритом, борнитом, халькозином, малахитом. Мощность оруденелой зоны составляет 3—10 м и прослежена по простиранию на 250 м. Содержание меди колеблется в пределах 0,8—1,5%, цинка до 0,02%, золота — 0,5—2,4 г/т.

Пункты минерализации железа метаморфогенного типа зафиксированы на западном склоне хр. Уйтым-Ньер по восточному склону г. Мирон-Вань-Ньер и др. К ним относится рассеянная вкрапленность гематита, иногда пирита и магнетита в разных породах доордовикского возраста, но преимущественно в метадолеритах. Наиболее перспективным на магнетитовое оруденение является район г. Атертумп, расположенный на крайнем юге Маньхамбовского блока, где выявлена магнитная аэроаномалия с интенсивностью в эпицентре 800 нТл. Расчеты показали, что кровля рудной зоны здесь начинается с глубины 30 м, основная масса минерализации находится в интервале глубин 100—140 м и затухает на глубине 200—250 м. В плане размеры рудной зоны составляют порядка 200×200 м. Аномалия сопряжена с толщей метавулканитов основного состава. Содержание Fe общего до 15,44%. При этом гематит-





Палеоконтинентальный сектор: Мезозойско-кайнозойская эпоха (комплексы): 1 – монцодолерит-граносиенит-трахириолитовый (поньинский, туяхланьинский P-T?). Палеозойская эпоха (комплексы): 2 – карбонатно-терригенные шельфа (а) и терригенно-сланцевые склона (б); 3 – трахибазальт-трахириолитовый (косвожско-пагинский D–C_1?); 4 – риолитовый (пожемский $Є_3$-O); 5 – габбро-гранитный (сальнерский $Є_3$-O); 6 – долеритовый (малопатокский Є-O); 7 – щелочно-долерит-пикритовый (сивъягинский $Є_3$); 8 - кимберлитовый (хартеский $Є_{2-3}$). Рифейско-кембрийская эпоха (комплексы): 9 – гранит-лейкогранитовый (ильяизский V-$Є_1$); 10 – адамеллит-гранитовый (потемьюский V-Є); 11 – галечно-песчаный (молассовая, лаптопайская свита V-$Є_1$); 12 – терригенный вулканомиктовый (саблегорская свита RF_3-V_1); 13 – трахибазальт-риолитовый (саблегорский RF_3-V); 14 – габбро-диорит-монцонитовый (парнукский RF_3-V_1); 15 – метатерригенно-углеродистый (мороинская свита RF_3); 16 – трахибазальт-базальтовый (мороинский RF_3); 17 – метатерригенный (хобеинская свита RF_3); 18 – гранитовый (маньхамбовский RF_{2-3}); 19 – метабазальт-долеритовый (верхнекожимский RF_{1-3}); 20 – метатерригенно-карбонатно-углеродистый (маньхобсинская, щокурьинская, пуйвинская свиты объединённые RF_{1-2}). 21 – PR-PZ образования Няртинского блока; 22 – PZ образования Палеоокеанического сектора; 23 – MZ отложения Плитного комплекса. 24 - геологические границы: согласные (а), несогласные (б); 25 – тектонические нарушения: надвиги главные (а), надвиги второстепенные (б), сбросы, взбросы (в), Главный Уральский надвиг; 26 – активизированные шовные зоны: Кулемшорско-Маньхамбовская (а), Салатимско-Нундерминская (б); 27 - месторождения, рудопроявления: пегматитовые (а), гидротермальные (б), стратиформные (в), полигенные (г), телетермальные (д), выветривания (е). Цифры на карте (арабские): рудные объекты: 1 – Ватлинское (TR), 2 – Няртсюю (TR), 3 – Турупьинское (TR, U), 4 – Редка I (U, Mo), 5 – Речное II (Pb – Zn), 6 – Неизвестный (Палеодолинное) (Th, U, TR), 7 – Моховое (U), 8 – Турман (Th, U, TR), 9 – Южное (Th, U, TR); 10 – МАН-9 (Fe), 11 – Ук-Ю (Th, U, TR), 12 – Ыджитляга (Th, U, TR).

Рис. 1. Структурно-формационная карта Маньхамбовского блока с элементами металлогении (составил В. А. Душин).
Fig. 1. Srtuctural and formation map of the Mankhambovsky block with elements of metallogeny (compiled by V. A. Dushin)

магнетитовое оруденение характеризуется повышенными концентрациями редких металлов.

С коллизионным саблегорско-лаптопайским терригенно-вулканогенным (V-€) этапом развития террито-

рии, сопровождаемым комагматичным габбро-диорит-монцонитовым и гранит-лейкогранитовым магматизмом, связаны многочисленные проявления железа, урана, тория, цветных и редких металлов.

Железорудная скарновая формация представлена мелкими объектами в ранге проявлений и точек минерализации. Наиболее крупными из них является проявление Поньизское, расположенное в междуречье рек Понья, Щугор вблизи высоты г. Поньиз. На северном фланге Поньинской палеовулканической структуры в пределах интенсивной аэромагнитной аномалии установлены коренные выходы, элювиальные развалы скарново-магнетитового оруденения. С поверхности размеры выходов андрадитовых скарнов составляют первые десятки метров при мощности первые метры. Минеральный состав: магнетит, гематит, редко отмечается пирит, галенит, халькопирит. Содержание железа в рудах достигает 33%; пробирным анализом установлено золото до 0,2 г/т.

В восточной части Маньхамбовского блока выявлены два схожих по обстановке полиметаллических объекта — Талтминское и Речное II. В первом случае установлено, что субсогласные с вмещающими алевро-сланцевыми отложениями мороинской свиты рудоносные зоны мощностью до 5 м прожилково-вкрапленного оруденения представлены пиритом, халькопиритом, сфалеритом, пирротином, иногда халькозином, ковеллином и медной зеленью. Содержание (%) меди — 0,4 -0,73; цинка 0,06 — 0,15; серебра — 1 — 9,7 г/т; золота до 0,24 г/т. Для Речного II при общей аналогии с Талтминским рудопроявлением установлена зона протяженностью 1250 м при ширине до 150 м, включающая 4—5 рудных тел мощностью 1—5 м с содержанием (%) Cu – до 0,77; Zn — до 0,3—0,9; Pb — 0,18; Mo — 0,007; Ag до 60 г/т; Au — 0,02—0,37 г/т. Кроме типичной медно-полиметаллической ассоциации: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, халькозин, барит, в отдельных телах выявлена редкометалльно-редкоземельная минерализация (ортит, танталониобаты) при содержании Ce до 0,1%. Рудоносные зоны березитизированы и нередко накладываются на породы саблегорского и манараго-сивьягинского комплексов [2].

Завершают коллизионные процессы объекты уран-молибденовой–березитовой с серебром формации, к которым принадлежат такие объекты, как рудопроявления Редка I, II, контролируемые Кулемшорско-Маньхамбовской шовной зоной (рис. 1).

Рудопроявление Редка I расположено на юго-восточном склоне одноименной горы (истоки р. Подчерем). Оно локализовано в Подчеремской венд-раннекембрийской палеовулканической структуре центрального типа, инъецированной долерит-трахириолитовым магматизмом саблегорского комплекса. Рудная зона с радиоактивностью 45—125 мкр/ч (с двумя максимальными значениями 700—2500 мкр/ч) приурочена к эндоконтакту рассланцованных и ожелезненных трахириолитов мощностью 350—400 м. Зона прослежена по простиранию на 6,2 км в северо-западном направлении и падает на юго-запад под углами 45—70°. В восточном эндоконтакте интрузии установлена целая серия сближенных зон рассланцевания мощностью от 5 до 30 м, вдоль которых породы метасоматически преобразованы, в том числе гематизированы, пиритизированы и карбонатизированы (штокверковая зона). Содержание урана колеблется от 0,03% на мощность 3,4 м; в обнажении руч. Рудного

до 0,075% на мощность 0,45 м, в том числе 2,305% на мощность 0,15 м. Выявлено 14 ураноносных кулисообразных жил протяженностью от 12 до 70 м при мощности 0,5 — 5,5 м с содержанием урана 0,031 — 0,054% и выше. Минерализация представлена урановой смолкой, вторичными минералами — кюритом и казолитом. В составе руд установлены также ильменит, фторапатит, титанит, манганоильменит, циркон, ортит, монацит, магнетит, пирит, гематит, халькопирит, галенит, молибденит, сфалерит, вульфенит. Из вторичных минералов наибольшим распространением пользуются борнит, ковеллин, малахит, церуссит, гуммит. По результатам приближенно-количественного анализа в рудах установлены следующие элементы, (%): Cu — 0,2; Pb — 0,2; Ag — 0,001; Mo — 0,01; Nb — 0,007; Zr — 0,03; Y — 0,01 — 0,09. По данным ICP-MS (г/т): Th — 0,02; Cu — 0,3; Pb — 0,04; Ag — 0,001; Mo — 0,008; Nb — 0,005; Zr — 0,05; U — 0,04; ΣTR — 0,03 [2].

Южная часть Кулемшорско-Маньхамбовской зоны в пределах Матумской палеовулканической структуры является потенциально перспективной на урановую березитовую рудную формацию, о чем свидетельствуют две радиометрические аномалии, шлиховой поток редкоземельных минералов, восемь точечных литохимических аномалий редких металлов. Радиоактивные аномалии выделены в долине р. Матум-Тахамтамья. Риолиты лаптопайского комплекса здесь отличаются повышенной радиоактивностью (до 30 мкР/ч и более). На общем фоне установлены две аномальные зоны с отдельными точками радиоактивности до 224 мкр/ч. Аномалии приурочены к зонам рассланцевания, каолинизации, флюоритизации, баритизации. Мощность аномальных интервалов по канавам составляет 0,2 — 1,0 м, протяженность — первые метры. Содержание U – 0,012% по радиометрическому анализу и до 0,001% по перлово-люминисцентному. В рудах установлены барит, галенит, пирит, магнетит, ильменит, гематит, рутил, циркон, лейкоксен.

Как правило, особенно в Маньхамбовском блоке, комплексное урановое оруденение сопровождается редкометалльно-редкоземельными ассоциациями, реализованными в рудных объектах ранга рудопроявления, таких как Няртсюю I, II и Верхнетолтминское. В них преобладают, в связи с щелочными метасоматитами, повышенные концентрации (%): Nb_2O_5 — 0,001 — 0,018; Ta_2O_5 — 0,0014 — 0,005; ΣTR — 0,002 — 0,25; Zr — 0,03; U — 0,001 г/т; Th — 30 г/т. Основными минералами руд являются: вольфрамит, фергусонит, ортит, шеелит, черновит, циркон, монацит, торит, флюорит, сфен, рутил, халькопирит, халькозин, ильменит, айкинит, гематит [1, 6].

Палеозойская металлогеническая эпоха отвечает времени зарождения и развития к востоку от Палеоконтинентального сектора Уральского палеокеана, к западу от которого формировалась пассивная (рифтогенная) континентальная окраина с развитием шельфовых, склоновых осадочных формаций, широко представленных в обрамлении, а местами внутри Маньхамбовского блока в виде узких прогибов рифтогенной природы. В структурном плане уралид преобладают субмеридиональные и северо-восточные направления, осложненные надвиговыми дислокациями палеозоя-мезозоя (рис. 1). От нижележащих докембрийских отложений повсеместно отделены перерывом в осадконакоплении и представлены мощными толщами (2 — 30 м) полимиктовых конгломератов, содержащих продукты размыва подстилающих

Таблица 1

Характеристика рудных объектов (рудопроявлений) в связи с малыми телами трахириолитов и гранитов

Characteristics of mineralization zones in connection with small trachy-rhyolite and granite bodies

Название объекта	Рудовмещающие породы, комплекс, метасоматиты	Содержание рудных элементов, %; радиоактивность, мкр/ч	Основные минералы руд
Редкоземельно-редкометалльная щелочных метасоматитов формация			
Щугорское	Граниты (альбититы), сальнерский	Ta2O5 — 0,005, Nb2O5 — 0,01—0,12; 60 мкр/ч	Ортит, циркон, флюорит, апатит, гематит
Толья	Граниты катаклазированные, грейзенизация, сальнерский	Ta2O5 — 0,005—0,01, Nb2O5 — 0,005—0,02, ∑TR2O3 до 0,005; 60 мкр/ч	Ортит, циркон, флюорит, апатит, гематит
Западное	Граниты катаклазированные, грейзенизация, сальнерский	Ta2O5 — 0,003, Nb2O5 — 0,009, ∑TR2O3 до 0,05; 50 мкр/ч	Ортит, циркон, флюорит
Щугорское II	Лейкократовые катаклазированные граниты, альбитизация, грейзенизация, сальнерский	U — 0,019—0,076, Th — 0,376—1,5, Th/U-20; 760—1530 мкр/ч	Флюорит, торит, ортит, монацит, циркон, гематит, U-содержащий магнетит, молибденит, фергюсонит, сфен
Отверженное (Турьинское)	Гранит-порфиры катаклазированные, березитизация. сальнерский	U — 0,082—0,129, Ti до 1,0, Pb до 0,01, Zn до 0,02, Mn до 0,18, Hf до 0,02; 200—1000 мкр/ч	Уранторит, флюорит, галенит, монацит, сфен

пород. Суммарная мощность отложений составляет более 4 тыс.м. Интрузивный магматизм палеозоя проявлен как в рифейско-вендском фундаменте Маньхамбовского блока (хартеский кимберлитовый ($Є_{2-3}$), малопатокский долеритовый ($Є_3$), пожемский трахириолитовый ($Є_3$—O), сальнерский габбро-гранитный ($Є_3$—O), туяхланьинский трахибазальт-трахириолитовый (D_3—C_1) комплексы, так и палеозойской Бельско-Елецкой шельфовой зоне.

Металлогения среднего-позднего кембрия связана с внедрением проблематичных кимберлитов лампрофиров и пикритов [14], продуктивных на проявление алмазов и отчасти, возможно, платиноидов в ассоциации с полями даек долерит-пикритов. Так, на левом берегу р. Сертынья (за границей Маньхамбовского блока) выявлено несколько тел туфобрекчий лампрофиров. В одном из шурфов в шлихах, глинисто-обломочных измененных туфобрекчий установлены мелкие алмазы, муассонит, магнитные шарики. Алмазы представлены одним нарушенным кристаллом размером 3,3×1,9×1,8 мм и 13 мелкими осколками кристаллов размером от 0,5 до 0,25 мм. Лампрофиры сложены пироксеном, тальком, флогопитом, амфиболом, мелилитом,

гранатом, сфеном. Содержание (%): K_2O — 4—5; Na_2O — 0,3—0,4; SiO_2 — 38—39; Al_2O_3 — 16; MgO — 7—8,5. Отмечаются низкие содержания Ba, Sr, Nb, Y, TR. Химический состав не позволяет такие породы однозначно отнести к группе лампроитов или кимберлитов. Семь тел кимберлитов с низким содержанием типоморфных элементов (Ba, Sr, Nb, Y, TR) выявлены в долине р. Хартес, но алмазоносность их не установлена [14].

Металлогения раннерифтовой стадии (рифтогенная активизация) остается еще слабо изученной. В настоящее время с ней связаны рудопроявления в основном редких металлов (табл. 1) и отчасти пункты минерализации цветных и благородных металлов. Рудные объекты, как правило, приурочены к гранитоидам сальнерского габбро-гранитного (Є-О) комплекса, которые контролируются Кулемшорско-Маньхамбовской шовной зоной в узлах ее пересечения с дизъюнктивами диагональных северо-западных направлений. Оруденение локализовано во внутренних зонах метасоматитов альбитовой, грейзеновой и лиственит-березитовой формации.

Металлогения позднерифтовой стадии в основном проявлена за пределами Маньхамбовского блока и обусловлена сопряжением стратиформной минерализации медистых и свинцовистых песчаников, в том числе золотосодержащих, с постмагматическим гидротермальным рудообразованием. В нижнем-среднем ордовике накопление терригенных отложений литоральной, неритовой и отчасти батиальной зон сопровождалось образованием, как правило, стратиформной медной (Косьюнское, Теснинное), полиметаллической (Кожимское) минерализацией и характеризуемой бедным геохимическим спектром (медь, свинец, серебро, золото, цинк) и зачастую низким содержанием полезным компонентом в рудах. В пределах рассматриваемой территории это пункты минерализации.

Металлогения средне-позднепалеозойского этапа обусловлена, главным образом, проявлениями редкометалльного (Турупьинское, Ватлинское, Поньинское и др.) и золотого (за границей блока) оруденения в связи с активизационными и коллизионными процессами. Следует отметить важную в этом периоде рудомобилизирующую роль субщелочного кислого и основного магматизма в окончательном становлении комплексных уран-редкометальных объектов прежних рифейско-раннепалеозойских эпох.

Редкоземельно-редкометалльная формация представлена крупным рудопроявлением Большая Турупья (Турупьинское), расположенном в северо-восточной части Маньхамбовского блока в зоне влияния Нундерминско-Салатимской шовной зоны среди вулканогенно-осадочных пород верхнего рифея-венда. Оруденеие контролируется малыми телами трахириолитов и микрограносиенитов поньинского комплекса верхнего палеозоя и приурочено к узлу пересечения северо-восточных оперяющих структур с северо-западными нарушениями Неройско-Патокского глубинного разлома. Рудоносная полоса шириной около 600 м простирается в субмеридиональном направлении почти на 6 км. На рудопроявлении выявлено семь пластообразных рудных тел, локализующихся в ядрах антиклинальных складок высоких порядков, которые сложены интенсивно измененными (формация щелочных метасоматитов и эйситов) метариолитами. С поверхности они трассируются радиоактивными аномалиями интенсивностью 50—70 мкр/час на фоне 15—17 мкр/час. Размеры

Таблица 2

Характеристика проявлений минерализации в связи с малыми телами трахириолитов и граносиенитов

Characteristics of mineralization zones in connections with small trachy-rhyolite and granosyenite bodies

Название объекта	Рудовмещающие породы, комплекс, метасоматиты	Содержание рудных элементов	Основные минералы руд
Хунтынья	Трахириолиты; поньинский	Nb-0,05; Ce-0,02; Y-0,006; Zr-0,1; Ba-0,9; Au-0,16 – 0,33г/т	Ксенотим, тантало-ниобаты, эвксенит,поликраз, гематит,циркон, пирохлор,монацит, халькопирит
Истоки р. Бол. Турупья	Граносиениты, риолиты, (квальмиты); поньинский	Na-0,001; Ce-0,01; Sn-0,002; Pb-0,01; Au-8г/т	Пирохлор, циркон, ферсмит, чевкинит
Ватлинское	Риолиты, квальмиты; поньинский	Nb_2O_5 – 0,01; Y-0,024; Ta_2O_5 – 0,003	Тантало-ниобаты, флюорит
Поньинское I	Лейкограниты, альбититы, березиты	Y-0,05; Zr–0,08; Ce-0,01; Au-0,05 г/т	Ксенотим, ортит, циркон, флюорит, сфен, анатаз, турмалин

рудных зон, рудных тел (аномалия 1) 600 – 1500×22 – 150 м, (аномалия 2) 1100 – 1750×22 – 36 м. Главные рудные минералы: колумбит, бастнезит, ортит, пирохлор, эвксенит; второстепенные: апатит, флюорит, гематит, барит, циркон, лейкоксен, сфалерит, пирит, магнетит, рутил, ильменит, халькопирит, галенит, молибденит, касситерит, самородная медь. Кроме того, в составе рудного тела №2 установлен бериллий, концентрация которого достигает 0,079%. Минералогически он представлен гентгельвином, фенакитом и эвклазом [5, 15]. Содержания (%): Nb_2O_5 – 0,072 – 0,1; Ta_2O_5 – 0,011 – 0,06; Pd до 100 г/т: Th – 0,007 – 0,06; Zr – 0,12 – 0,4; Hf – 0,01; ΣTR_2O_3 – 0,05 – 0,06; U-0,005 – 0,015; Ag – 40 г/т; Au – 0,5 г/т; TiO_2 – 0,77 [2, 5]. Кроме того, имеются сведения о наличии в рудах оксида вольфрама.

Близкие к Турупьинскому редкометалльному объекту, но более мелкие по масштабу неизученные проявления минерализации установлены в нескольких местах в пределах Маньхамбовского блока. Они связаны, главным образом, с дайками и малыми телами трахириолитов и микрограносиенитов, которые интрудируют рифейско-вендское основание и сопровождаются метасоматитами квальмитовой и эйситовой формаций (табл. 2). Это районы истоков рек Ватла, Талтма, Толья, Ятья, притоков рек Понья, Хунтынья.

Металлогения мезозоя и кайнозоя обязана проявлению внутриплитного магматизма и осадконакопления, которые обусловили формирование рудных объектов эндогенного (U, TR), «поверхностного» (U, TR) и россыпного (Au, Pt) типов. Установленный в регионе, мезозойский, а точнее позднепермско-триасовый, магматизм представлен малыми телами и дайками долеритов, трахидолеритов, монцогаббро, монцосиенитов и ультракалиевых риолитов, относимых

к ятьинскому, поньинскому комплексам активизационного типа плюмовой природы. Они, как правило, приурочены к северо-западным структурам глубинного заложения и их оперяющим дизъюнктивам, либо трассируют крупнейшие швы — Собско-Салатимской и Кулемшорско-Маньхамбовской зоны, во многом определяющих рудонасыщенность территории (рис. 1).

В этой связи следует заметить, что во многих объектах радиоактивных и редких металлов (Турман, Народное, Турупьинское) отчетливо фиксируется молодой мезозойский этап рудогенеза, сопровождаемый усложнением их геохимического и минералогического спектров. Не исключено, что увеличивается рудная масса. Это нередко приводит исследователей к мысли о преобладании мезозойского этапа в формировании тех или иных объектов.

Интересным и важным с точки зрения промышленной значимости являются урановые проявления нетрадиционного типа в современных торфяниках и илах, достаточно широко представленных в Маньхамбовском блоке и относимых к «поверхностному» геолого-промышленному типу, подтипу — в торфяниках и рыхлых отложениях. К наиболее крупным из них относятся проявления и пункты минерализации Малдизское, Перчук I, II, Моховое I, II, выявленные в разные годы тюменскими, воркутинскими геологами и сотрудниками СГИ-УГГУ. Анализ геолого-структурной позиции ураноносных торфяников и илов свидетельствует об их пространственной приуроченности к отрицательным формам рельефа в рыхлом чехле эндогенных рудоносных зон. Наиболее уверенно это просматривается в северо-восточном обрамлении Маньхамбовского массива, где наземной заверкой продуктивная зона прослежена на 8 км в виде группы самостоятельных объектов (Моховое I, II, Аномалия 14) с шириной выходов первые десятки метров. При этом содержание урана в ней, как правило, превышает первые проценты (> 6) с резким преобладанием урана над торием Th/U < 0,01, а концентрации суммы редких металлов также проявлены на рудном уровне (0,2—0,7%) [1, 12].

Выводы

Согласно современным минерагеническим представлениям рассматриваемая структура выделяется в качестве Турупьинско-Маньхамбовского уран-редкометалльного потенциального рудного района, входящего в Ляпинскую минерагеническую зону. Последняя является составной частью Западно-Уральской мегазоны Уральской минерагенической провинции [10, 11]. В истории развития рудного района установлены четыре минерагенических эпохи: дорифейская, рифейско-кембрийская, палеозойская и мезозойско-кайнозойская.

Дорифейская минерагеническая эпоха отвечает внутриплитным обстановкам формирования и характеризуется проявлением метаморфогенного оруденения, главным образом неметаллических полезных ископаемых (графит, мусковит, гранат), а также железа, титана (кварц-рутиловые жилы) и, возможно, марганца (гондиты). Металлогения рифейско-кембрийской эпохи характеризуется конструктивным внутриплитным рифтогенно-депрессионным и коллизионным типами магматизма и осадконакопления, обусловлена проявлением магматических, стратиформных, осадочных, полигенных, метаморфогенно-метасоматических и скарновых рудопроявлений и месторождений железа (МАН-9), меди, цинка, редких и радиоактивных

металлов (Турман, Неизвестный и др). Палеозойская эпоха обязана проявлению рифтогенно-окраинно-континентального и коллизионного магматизма и осадконакопления, специализирована на комплексные объекты стратиформного (Au, Cu, Pb-Zn) и плутоногенно-гидротермального (Mo, W, Bi, Au, U) типов оруденения. Металлогения мезозоя-кайнозоя в связи с внутриплитным характером магматизма и осадконакопления обусловлена проявлением рудных объектов эндогенного (U, TR), в том числе «поверхностного» (U, TR) и россыпного (Au, Pt) типов.

Наряду с магматизмом и осадконакоплением важными металлогеническими факторами (металлотектами), влияющими на прогнозно-поисковую идеологию, являются выявленные активизированные шовные зоны: Нундерминско-Салатимская и Маньхамбовско-Кулемшорская. Они представляют собой тектонически ослабленные зоны шириной до 3 км и протяженностью более 200 км, залегающие субпараллельно Главному Уральскому надвигу и состоящие из клиньев разновозрастных (рифей-палеозой) породных комплексов (хобеинская, щокурьинская, пуйвинская, мороинская, саблегорская, тельпоская, хомасьинская, польинская свиты). В областях сопряжения (пересечения) шовных зон и дискордантных к ним поперечных (северо-западных) тектонических структур широко проявлены процессы околорудного метасоматоза (от альбититов, грейзенов до аргиллизитов) и комплексного (U, Th, Ta, Nb, Mo, Au, Ag, Pd) полигенного рудогенеза. Оруденение относится к четырем рудным формациям: редкоземельно-редкометалльная урансодержащая в щелочных метасоматитах (Няртсюю, Бол. Турупья, Верхнеталтминское, Хунтынья, Ватлинское и др.), редкоземельно-редкометалльная урансодержащая в апогранитах (Щугорское, Толья, Отверженное, Поньинское), (золото-)уран-редкометалльная полигенная в зонах структурно-стратиграфических несогласий (Народное, Турман, Неизвестное, Южное и др.), а также урановая березитовая в вулканических породах (Редка I, II) рифеявенда.

В целом металлогеническую специализацию Маньхамбовского блока определяют уран, торий, железо, редкие, благородные и цветные металлы, к крупнейшим объектам которых относятся месторождения и рудопрояления Турман (U, Th, TR, Au, Pt), Турупьинское (Ta, Nb, TR, U, Th, Bi), МАН-9 (Fe, TR) и др.

Приведенная современная металлогеническая характеристика изучаемой территории, расположенной в пределах Уральской части Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, является основой дальнейшего развития горно-геологической отрасли региона. В этой связи в постиндустриальную современную стадию развития общества наиболее востребованными являются нетрадиционные источники благородных, редких и редкоземельных металлов, определяющих технологический облик XXI века. В условиях, когда количество «легкооткрываемых» месторождений резко сократилось, а «старые» объекты, основа МСБ страны, на грани полного истощения, поиски, разведка и добыча (при создании соответствующей инфраструктуры минерально-сырьевого комплекса) высоколиквидного сырья, которым богат Маньхамбовский блок, становится весьма актуальной задачей как горно-геологической отрасли региона, так и Уральского Федерального округа в целом. При этом дальнейшие исследования необходимо сосредоточить на постоянном мониторинге с прогнозом развития и научном

сопровождении работ зарождающейся МСБ с созданием цифровой базы данных объектов, а также их обработки, анализа и синтеза получаемой информации. Также необходимо активное привлечение, наряду с госучастием, частного капитала для проведения геологоразведочных работ, особенно с целью поисков и разведки высоколиквидного, остродефицитного сырья, при широком внедрении современных «зеленых» технологий (геотехнологий) извлечения и переработки полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Северо-Уральская. Лист P-40-XII (г. Кожим-Из) / *Душин В. А.*, *Сердюкова О. П.*, *Малюгин А. А.*, *Козьмин В. С.* и др. — М: Московский филиал ФГБУ ВСЕГЕИ 2017, 263 с.
2. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Северо-Уральская. Лист P-40-VI (г.Тельпос-Из) Объяснительная записка / Душин В. А., Сердюкова О. П., Малюгин А. А., Козьмин В. С. и др. — СПб: Картфабрика ВСЕГЕИ 2018, 216 с.
3. Минерагенический потенциал недр России. Вып.2. Уральская покровно-складчатая область. В 3 т. Т.1. Полярный Северный Урал / Ред. А. Ф. Морозов. М.: Геокарт – Геос, 2013, 484с.
4. Основные черты геологического строения и минерально-сырьевой потенциал Северного, Приполярного и Полярного Урала / ред. А. Ф. Морозов, О. В. Петров, А. Н. Мельгунов. СПб: ВСЕГЕИ, 2010. 274 с.
5. *Удоратина О. В.* Бериллиевоносные метасоматиты Северного Урала // Металлогения и геодинамика Урала: Тез. докл. III Всеуральского металлогенического совещания. УрО РАН, МПР РФ, 2000. — С.170—171.
6. *Щербин С. С.* Геологические условия формирования и локализации радиоактивно-редкометалльного оруденения в древних конгломератах // Геология и вопросы генезиса эндогенных урановых месторождений. М.: Наука, 1968.С. 50—67.
7. *Hamilton W.* The Uralides and motion of the Evrasian and Siberian platforms // Bull Geol. Soc. Amer. 1970, vol.81. №9. P. 2553—2576.
8. *Scotese C. R.*, *Bambach R. K.*, *Bazton C. et al.* Paleozoic base maps // Geology, 1979. Vol. 87. P. 217—277
9. *Mckezzow W. S.* Terrane assembly in Variscan Belt of Europe // Europhobe news, 1994, №5., P. 4—5.
10. *Ronkin Y. L.*, *Ferreiza M.*, Povtuqal., *Lepikhina O. P.* Isotope geology of the Urals // Russia: K-Ar, Rb-Sr, Sr-Nd and U-Pb systematics: Abstract Volume of South-Amezican Symposium on Isotope Geology. Sao-Panlo, Brazil, 1977. P. 189—203.
11. *Файнштейн Г. Г.* Прогнозная оценка качества магнетитового сырья методами технологической минералогии на ранних стадиях геологического изучения рудопроявлений (на примере объектов Приполярного и Среднего Урала). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М: ФГУП «ВИМС», 2009. 24с.
12. *Душин В. А.* Особенности геотектонической позиции комплексных урановорудных объектов Уральского Севера// Региональная геология и металлогения. — 2010. — №42. — С.74—82.
13. *McKezzowW. S., Scotese C. R.*, *Brogier M. D.*, Early Cambrian continental reconsructions // J. Geol. Soc. London 1992. Vol 149, pt. 4. P. 589—606.
14. *Лукьянова Л. И.*, *Бельский А. В.* Кимберлитовый магматизм на Приполярном Урале // Советская геология. 1987, №1, с. 92—102.

15. *Калиновский А. В.* Редкометалльные комплексы Маньхамбовского металлогенического района на Северном Урале. Сыктывкар, Наука, 1990. 23 с. ГИАБ

REFERENCES

1. Dushin V. A., Serdyukova O. P., Malyugin A. A., Kozmin V. S. and other *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF masshtaba 1:200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Severo-Ural'skaya. List R-40-XII (g. Kozhim-Iz)* [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1: 200,000. Second edition. Severo-Uralskaya series. Sheet R-40-XII (Kozhim-Iz)]. Moscow: Moscow branch of FSBI VSEGEI 2017, 263p. [In Russ]

2. Dushin V. A., Serdyukova O. P., Malyugin A. A., Kozmin V. S. and other *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF masshtaba 1:200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Severo-Ural'skaya. List R-40-VI (g.Tel'pos-Iz) Ob'yasnitel'naya zapiska* [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1: 200,000. Second edition. Severo-Uralskaya series. Sheet R-40-VI (Telpos-Iz) Explanatory note]. Saint-Petersburg: VSEGEI Cartfabrika 2018, 216 p. [In Russ]

3. *Mineragenicheskij potencial nedr Rossii. Vyp.2. Ural'skaya pokrovno-skladchataya oblast'*[Mineragenic potential of the subsoil of Russia. Issue 2. Ural naphtha and folded region]. In 3 volumes.Vol. 1. Polar North Ural. Ed. A. F. Morozov), Moscow: Geokart-Geos, 2013, 484 p. [In Russ]

4. Morozov A. F., Petrov O. V., Melgunov A. N. *Osnovnye cherty geologicheskogo stroeniya i mineral'no-syr'evoj potencial Severnogo, Pripolyarnogo i Polyarnogo Urala* [The main features of the geological structure and mineral resources potential of the Northern, Subpolar and Polar Urals]. Saint-Petersburg: VSEGEI, 2010. 274 p. [In Russ]

5. Udoratina O. V. *Berillievonosnye metasomatity Severnogo Urala* [Beryllium-bearing metasomatites of the Northern Urals. Metallogeny and geodynamics of the Urals]: Thesis of the third All-Ural Metallogenic Conference. Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, MPR RF, 2000. p. 170—171. [In Russ]

6. Shcherbin S. S. Geological conditions for the formation and localization of radioactive-rare-metal mineralization in ancient conglomerates. *Geologiya i voprosy genezisa endogennyh uranovyh mestorozhdenij*. Moscow: Nauka, 1968, pp. 50—67. [In Russ]

7. Hamilton W. The Uralides and motion of the Evrasian and Siberian platforms. Bull Geol. Soc. Amer. 1970, vol.81. no. 9. pp. 2553—2576.

8. Scotese C. R., Bambach R. K., Bazton C. et al. Paleozoic base maps. *Geology*, 1979. Vol. 87. pp. 217—277.

9. Mckezzow W. S. Terrane assembly in Variscan Belt of Europe. Europhobe news, 1994, no. 5., pp. 4—5.

10. Ronkin Y. L., Ferreiza M., Povtuqal., Lepikhina O. P. Isotope geology of the Urals. Russia: K-Ar, Rb-Sr, Sr-Nd and U-Pb systematics: Abstract Volume of South-Amezican Symposium on Isotope Geology. Sao-Panlo, Brazil, 1977. pp. 189—203.

11. Fainshtein G. G. *Prognoznaya ocenka kachestva magnetitovogo syr'ya metodami tekhnologicheskoj mineralogii na rannih stadiyah geologicheskogo izucheniya rudoproyavlenij (na primere ob»ektov Pripolyarnogo i Srednego Urala)* [Predictive assessment of the quality of magnetite raw materials by the methods of technological mineralogy at the early stages of geological study of ore occurrences (on the example of objects of the Subpolar and Middle Urals)]. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of geological and mineralogical sciences. Moscow: FSUE "VIMS", 2009. 24 p. [In Russ]

12. Dushin V. A. Features of the geotectonic position of complex uranium ore objects of the Ural North. *Regional'naya geologiya i metallogeniya*. 2010. no. 42. P.74—82. [In Russ]

13. McKezzowW. S., Scotese C. R., Brogier M. D., Early Cambrian continental reconsructions. J. Geol. Soc. London 1992. Vol 149, pt. 4. pp. 589—606.

14. Lukyanova L. I., Belsky A. V. Kimberlite magmatism in the Subpolar Urals. *Sovetskaya geologiya*. 1987, no. 1, pp. 92—102. [In Russ]

15. Kalinovskiy A. V. *Redkometall'nye kompleksy Man'hambovskogo metallogenicheskogo rajona na Severnom Urale* [Rare-metal complexes of the Mankhambovsky metallogenic region in the Northern Urals]. Syktyvkar, Nauka, 1990, 23p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Душин Владимир Александрович[1] — докт. геол.-минерал. наук, профессор, зав. каф. ГПР МПИ;
Трутнев Артем Константинович[1] — аспирант каф. ГПР МПИ;
Жуклин Евгений Александрович[1] — аспирант каф. ГПР МПИ;
Прокопчук Денис Игоревич[1] — инженер каф. ГПР МПИ;
Демина Любовь Андреевна[1] — ст. преподаватель каф. ГПР МПИ;
[1] Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия.
Для контактов: *Трутнев А. К.*, e-mail: tema.trutnev@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dushin V. A.[1], Cand. Sci. (Geol. Mineral.), Professor, Head of the Department;
Trutnev A. K.[1], post-graduate student of the department;
Zhuklin E. A.[1], post-graduate student of the department;
Prokopchuk D. I.[1], engineer of the department;
Demina L. A.[1], senior teacher of the department;
[1] GPR MPI, Ural State Mining University, ul. Kuibysheva 30, Yekaterinburg, 620144 Russia;

Получена редакцией 25.05.2021; получена после рецензии 06.09.2021; принята к печати 10.10.2021.
Received by the editors 25.05.2021; received after the review 06.09.2021; accepted for printing 10.10.2021.