

Ф. Д. ЛАЗАРЕВ, Д. А. БЕЛОВ, Р. А. ЛЕДЕНГСКИЙ,
И. В. МОЛОДЦОВ (НФ ВСЕГЕИ)

Выделение редкометалльных, золоторудных и урановых рудоносных зон по результатам комплексной аэрогеофизической съемки на Чаантальской площади

На основе материалов комплексной аэрогеофизической съемки (магнитометрия, гамма-спектрометрия) масштаба 1 : 50 000, выполненной на Чаантальской площади, уточнены границы интрузивных массивов и эффузивных образований. В пределах Западной части Чануанского массива и его обрамления выделены перспективные зоны на обнаружение редкометалльного, золотого и уранового оруденения.

Ключевые слова: Чануанский массив, Шебенский массив, комплексная аэрогеофизическая съемка, жильно-штокверковый тип уранового оруденения.

F. D. LAZAREV, D. A. BELOV, R. A. LEDENSKIY,
I. V. MOLODTSOV (VSEGEI NORILSK BRANCH)

Identification of rare-metal, gold-ore and uranium ore-bearing zones based on the results of a comprehensive aerogeophysical survey on Chaantal Square

Based on the materials of a complex aerogeophysical survey (magnetometry, gamma spectrometry) of a scale of 1 : 50 000, performed on Chaantal Square, the boundaries of intrusive arrays and effusive formations have been clarified. Within the Western part of the Changuan massif and its framing, promising zones for the detection of rare metal, gold and uranium mineralization.

Keywords: Changuan massif, Shebensky massif, complex aerogeophysical survey, vein-stockwork type of uranium mineralization.

Для цитирования: Лазарев Ф. Д. Выделение редкометалльных, золоторудных и урановых рудоносных зон по результатам комплексной аэрогеофизической съемки на Чаантальской площади / Ф. Д. Лазарев, Д. А. Белов, Р. А. Леденгский, И. В. Молодцов // Региональная геология и металлогения. – 2022. – № 92. – С. 64–76. DOI: 10.52349/0869-7892_2022_92_64-76

Введение. Норильским филиалом ФГБУ «ВСЕГЕИ» в 2019 г. была выполнена комплексная аэрогеофизическая (аэромагнитная, аэрогамма-спектрометрическая) съемка масштаба 1 : 50 000 на территории листов Q-60-V,VI (Чаантальская площадь, Чукотский автономный округ). Съемка проводилась на вертолете Eurocopter AS-350 ВЗ. Бортовой комплекс аппаратуры включал аэромагнитометр GT-MAG-2 с квантовым датчиком Scintrex CS 3; аэрогамма-спектрометр RS-500 с двумя блоками детектирования RSX-4 суммарным объемом 32 л; систему управления, сбора и регистрации аэроданных NavDat; магнитовариационную станцию GT-MV-SB. Средняя высота полета составила – 79 м.

Основными геологическими задачами аэрогеофизической съемки являлись составление комплекта геофизических карт масштабов 1 : 200 000 и 1 : 50 000; тектоническое районирование территории листов; картирование разрывных нарушений, выявление геофизическими методами закономерностей размещения благороднометалльного, оловянного и других оруденений.

Геологическая характеристика изученной территории

Западная часть исследуемой территории ранее проведенными геологическими съемками входит в состав Катумского потенциального урановорудного района (ПУРР) (рис. 1). Название района связано с Катумским рудопроявлением, расположенным к западу от площади работ и выявленным в 1957 г. аэрогеофизической партией Полярной экспедиции. В дальнейшем рудопроявление разведывалось Катумской ГРП в 1959–1960 гг. [3; 4].

Катумское рудопроявление выявлено в пределах Катумского гранитного массива и контролируется Киберовской зоной глубинных разломов позднемезозойско-кайнозойского этапов активизации. Массив сложен лейкократовыми биотитовыми микроклиновыми гранитами, гранит-порфирами и ограничен с востока и запада разрывами субмеридионального и северо-западного направления. Окружающими массив породы являются покровные и околожерловые фации риолитов и дацитов с периклинальным залеганием

стратифицированных горизонтов. Апикальная часть гранитов рассечена дайками мелкозернистых гранитов, гранит-порфиров широтного и северо-восточного простираний, протяженностью до 200–300 м. Граниты претерпели высокотемпературный кремнeshелочной метасоматоз и грейзенизацию в виде зон и жил кварц-мусковитового состава с вольфрамом, бериллом, цирконом. С более поздними жилами кварцевого, кварц-хлоритового состава связана молибденитовая, касситеритовая и сульфидная минерализация. На заключительной фазе тектогенеза сформировались многочисленные зоны дробления и гидротермального изменения гранитов, в них содержится урановое оруденение. Выделено два типа рудных зон:

- зоны гидротермального изменения гранитов с окварцеванием, хлоритизацией с гнездами и прожилками урановой смолки и уранофана;

- кварц-хлоритовые жильные тела, состоящие из чистого хлорита, с интенсивной сульфидизацией, к сульфидам приурочена вторичная урановая минерализация.

На рудопоявлении выделено 20 зон гидротермального изменения гранитов и 15 кварц-хлоритовых жил. Протяженность рудных тел по простиранию – от 200 до 800 (1000) м, мощность – от 1 до 6,5 м. Рудные тела имеют жильную, линзообразную, реже неправильную столбовую и гнездообразную формы [4].

В процессе рудообразования выделено четыре стадии:

- **высокотемпературная** пневмато-гидротермальная с образованием зон грейзенизации и кварцево-хлоритовых жил с бериллом, вольфрамом, молибденитом;

- **сульфидно-касситеритовая**, наложенная на кварц-хлоритовые жилы с касситеритом, сульфидами меди, висмута, свинца и других металлов;

- **низкотемпературная** урановая с урановой смолкой;

- **пострудная**, кальцитовая.

Среднее содержание урана по рудным телам с поверхности составляет от 0,06 до 0,1 %, в линзах достигает 1 % (макс. 5,9 %). Уран представлен преимущественно урановой смолкой, урановой чернью, уранофаном. Кроме урана в рудных телах установлены элементы-спутники: олово – до 0,2 %, висмут – до 0,2 %, серебро – до 300 г/т, а также германий, иттрий, цирконий, лантан, иттербий. Текстуры руд – прожилковые, прожилково-вкрапленные. Генезис – гидротермальный. Оруденение многостадийное, связано с процессами тектономагматической активизации в позднемезозойское время. Геолого-промышленный тип – жильно-штоковерковый [4].

Рудопоявления выделяются высокими значениями торий-урановой составляющей радиохимического поля. Вместе с другими известными рудопоявлениями урана, выявленными в пределах интрузивных массивов и по их обрамлению, оно входит в состав Катумского потенциально урановорудного района (рис. 1).

На северо-западе Чаантальской площади расположен Телекайский потенциальный оловорудный узел в границах одноименного массива. Он представлен Телекайским месторождением, в его составе находятся рудные поля: Ясное, Дальнее, Рассветное и Рудное. Рудные поля находятся в одинаковой геолого-структурной обстановке в эндоконтактной зоне и принадлежат к турмалиновому (Рудное, Дальнее), сидерофилитовому (Рассветное) типам, а также представляют метасоматические жилы кварц-альбитового состава (Ясное) единой оловорудной кварцево-грейзеновой формации. В границах узла выявлен ряд пунктов минерализации с повышенными содержаниями Sn, Au, Cu, Zn [1].

Грейзеновые жильно-штоковерковые месторождения касситерита распространены достаточно широко. Они подразделяются на две группы: интрузивно-околоинтрузивных и надинтрузивных грейзенов (над скрытыми на значительных глубинах гранитными интрузиями). С первой группой связаны грейзенизированные купольные части рудоносных гранитных интрузий и их апофиз. Наиболее интенсивная грейзенизация и связанное с ней прожилково-вкрапленное оруденение тяготеет к пологим участкам куполовидных выступов, а также к зонам нарушений и их сочленений, развитым в приконтактных частях интрузий. Морфология рудных образований – изометричные, грибообразные или неправильной формы залежи и минерализованные зоны типа линейных штоковерков. Глубина распространения оруденения в рудопроизводящих гранитах обычно ограниченная и колеблется от нескольких десятков метров до 100–150 м, в дайках-апофизах и крутопадающих минерализованных зонах иногда достигает 250–300 м [6].

Глубина эрозионного среза определяется положением тел полезных ископаемых относительно современной земной поверхности. Выделяются три стадии эродированности месторождений:

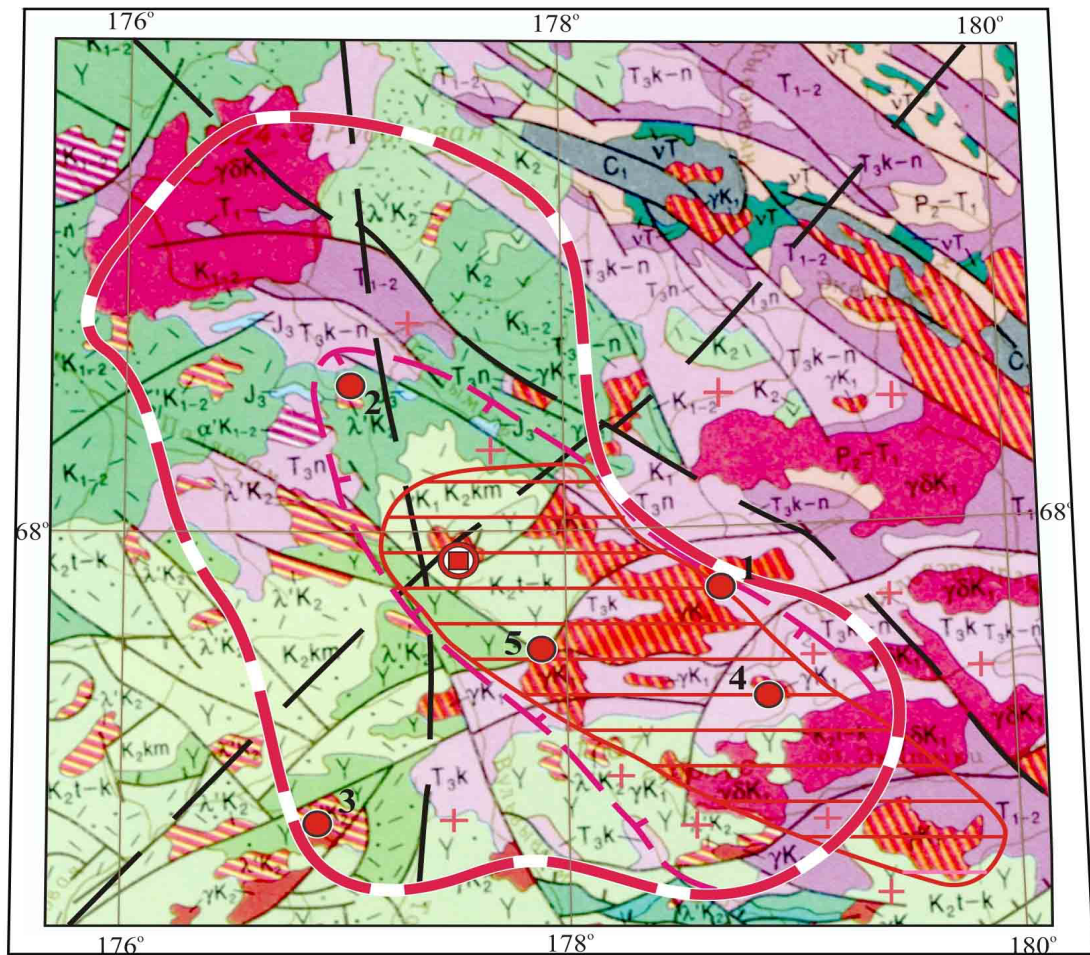
- *начальная*, когда гидротермально измененные зоны и жильные тела, включающие полезные ископаемые, только начали вскрываться эрозией, и месторождение перспективно на глубину;

- *промежуточная (средняя)*, частично эродированная;

- *полная*, на поверхности обнажаются корневые части рудных тел и перспективы месторождения на глубину весьма ограничены.

По температурным характеристикам, положение тел полезных ископаемых распределяется следующим образом (без учета эрозионного среза): высокотемпературные руды располагаются на нижних уровнях, по сравнению с низкотемпературными объектами.

На Чаантальской площади работ к Катумскому рудному району относятся крупные Телекайский массив и западная часть Чануанского массива. Геологическая карта Чаантальской площади приведена на рис. 2. По результатам аэрогамма-спектрометрической съемки в пределах массивов выделены аномальные зоны с торий-



Критерии и признаки ураноносности



Геологические обозначения

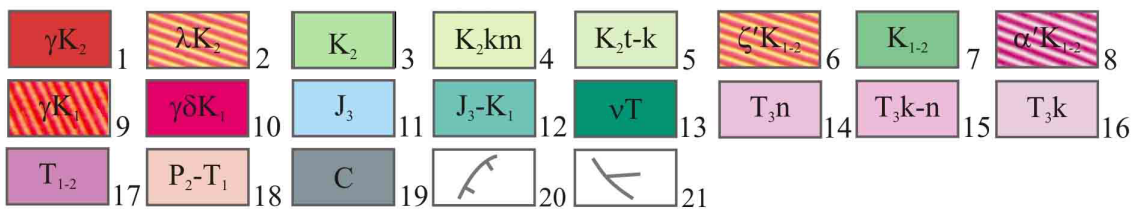


Рис. 1. Схема расположения Катумского потенциально урановорудного района (по материалам ФГБУ «ВСЕГЕИ», ВИМС, ВИРГ, ФГУП «Дальгеофизика», масштаб 1 : 500 000

1 – разуплотненные блоки, отождествляемые с нескрытыми эрозией гранитоидными плутонами; 2 – магма и рудоконтролирующие зоны крупных разломов (прослеженные и предполагаемые по комплексу геолого-геофизических данных); 3 – дифференцированные аномальные радиохимические поля; 4 – ареалы концентрированного развития рудосопровождающих гидротермально-метасоматических изменений и прямых признаков ураноносности; 5 – локальные рудные объекты жильно-штокверного типа в зонах беззит-аргиллизированных изменений; а – рудопоявление Катумское, б – рудопоявления: 1 – Водораздельное, 2 – Пламенное (Зорька), 3 – Хариусное, 4 – Телекайское, 5 – Рахия; 6 – границы Катумского ПУРР. Формации Охотско-Чукотского вулканического пояса: 1 – лейкогранитовая, лейкогранит-щелочногранитовая (γK_1); 2 – субвулканическая метасоматическая фация риолитовая (λK_2); покровные фации: 3 – риолит-дацитовая (K_2), 4 – дацит-андезитовая (K_2km), 5 – риолит-дацит-андезитовая (K_2t-k); 6 – субвулканическая фация умереннокислого состава риолит-дацит-андезитовая ($\zeta'K_{1-2}$); 7 – субвулканическая фация среднего состава дацит-андезитовая (K_{1-2}), 8 – покровная фация андезитовая ($\alpha'K_{1-2}$); 9 – гранодиорит-гранитовая (γK_1); 10 – монцитит-гранитовая ($\gamma\delta K_1$).

Формации палеозойско-мезозойских складчато-глыбовых зон и областей Арктического пояса: 11 – терригенные (J_3); 12 – глинисто-песчаные (J_3-K_1); 13 – габбро-диоритовая (vT); терригенные: 14 – (T_{3n}), 15 – (T_{3k-n}), 16 – (T_{3k}), 17 – (T_{1-2}), 18 – (P_2-T_1); 19 – терригенно-карбонатные (C).

Тектонические нарушения: 20 – надвиги; 21 – внутривблоковые разломы.

урановой составляющей радиохимического поля. В данной статье рассматривается западная часть Чануанского массива. Фрагмент тектонической схемы, составленный по геолого-геофизическим данным, представлен на рис. 3.

Активная магматическая деятельность на площади работ проявилась в раннемеловую эпоху. В это время сформировались все крупные массивы и группа мелких.

Становление осуществлялось в несколько этапов:

Первый этап связан с внедрением мелких пластовых тел габбро, габбродиоритов (vK_1p) и штоков кварцевых диоритов, гранодиоритов ($q\delta K_1p$) правотелекайского комплекса.

Второй этап (основной) — формирование крупных массивов, внедрение огромных масс

средне- и крупнозернистых порфиroidных гранитов (γK_1) и гранодиоритов ($\gamma\delta K_1$) — средне- и мелкозернистых гранитов (γK_1) и гранит-порфиров ($\gamma\lambda\delta K_1$) тауреранского и телекайского комплексов.

Третий этап внедрение сиенитов, монцититов, монциодиоритов ($\mu\zeta K_2e_3$) экитынского комплекса с образованием мелких штоков в апикальных и краевых частях крупных массивов.

Чануанский массив расположен в южной части листов Q-60-V, VI. Раннемеловые гранитоиды Чануанского массива прорывают и метаморфизуют триасовые отложения и в свою очередь прорваны интрузивами позднемелового возраста. Массив выходит на дневную поверхность в виде трех куполов удлиненно-овальной формы, соединенных узкими (от 1,5 до 4 км) перешейками

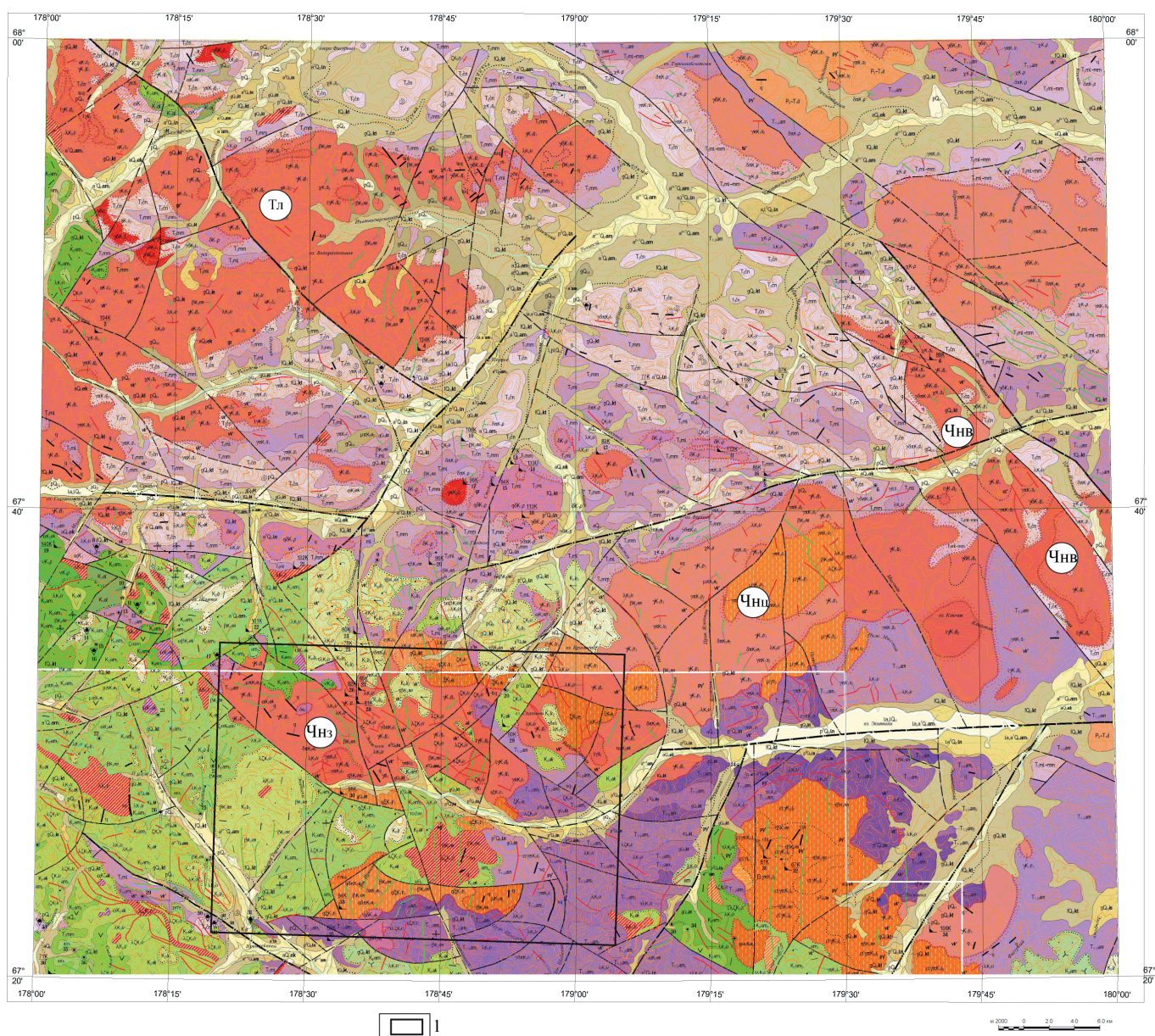


Рис. 2. Предварительная геологическая карта Чаантальской площади

1 — контур рассматриваемого участка; Тл — Телекайский массив, Чнз — Чануанский массив, западный купол, Чнд — Чануанский массив, центральный купол, Чнв — Чануанский массив, восточный купол

на участках прогиба кровли интрузива. Западный купол (25 × 12 км) и Центральный купол (40 × 13 км) ориентированы большой осью в близширотном северо-восточном (75°) направлении согласно простиранию складчатых структур. Восточный купол вытянут на 34 км в северо-западном (330°) направлении при ширине от 3 до 8 км. В строении Чануанского массива принимают

участие раннемеловые граниты, гранодиориты, среднезернистые порфиоровидные граниты, мелкозернистые граниты и гранит-порфиры. Среднезернистые порфиоровидные граниты слагают основную часть Центрального купола массива и характеризуются развитием эндоконтактовой фации меланократового облика. Мелкозернистые граниты и гранит-порфиры образуют в пределах

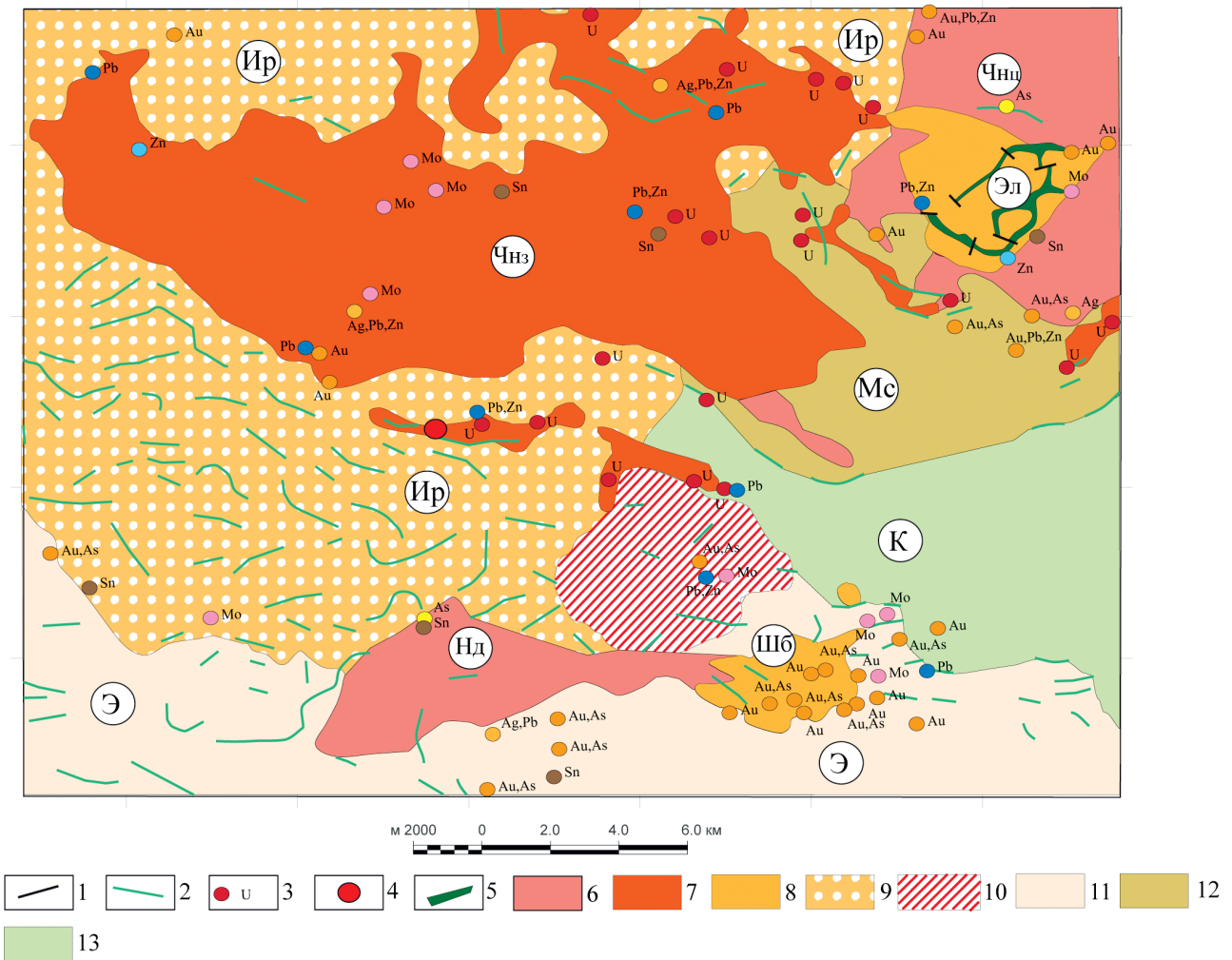


Рис. 3. Тектоническая схема по результатам комплексной интерпретации материалов аэрогеофизической съемки, западная часть Чануанского массива (фрагмент)

1 – радиальные разломы; 2 – андезиты, долериты ($\alpha\beta K_2$) пластовые тела, дайки, штоки средне и высокомагнитные от +100 до +300 нТл (единичные значения до +900 нТл); 3 – рудопоявления урана и других элементов; 4 – экстремум $U = 53,9 \times 10^{-4}\%$, $Th = 52,9 \times 10^{-4}\%$, $K = 6,0\%$; 5 – правотелекайский комплекс **1 этап**, 2 – габбро, габбро-диориты (νK_1p), выходящие на поверхность или частично перекрытые высокомагнитные, значения магнитного поля от +500 до +1300 нТл; нерасчлененные граниты тауреранского и телекайского комплексов **2 этап**, 6 – преимущественно средне- и крупнозернистые граниты (γK_1), немагнитные, слабоотрицательное магнитное поле от –200 до –100 нТл; повышенные значения калиевой составляющей радиохимического поля: $K = 4–6\%$, $Th = 30–40 \times 10^{-4}\%$, $U = 8–12 \times 10^{-4}\%$; 7 – преимущественно средне- и мелкозернистые граниты (γK_1), немагнитные, слабоотрицательное магнитное поле от –200 до –100 нТл; повышенные значения торий-урановой составляющей радиохимического поля: $K = 4–6\%$, $Th = 60–80 \times 10^{-4}\%$, $U = 16–24 \times 10^{-4}\%$; 8 – экитынский комплекс **3 этап**, сиениты, монзониты, монцодиориты ($\mu\zeta K_2e_3$) немагнитные слабоотрицательное магнитное поле от –200 до –50 нТл, повышенные значения составляющих радиохимического поля: $K = 5–7\%$, $Th = 60–70 \times 10^{-4}\%$, $U = 20–24 \times 10^{-4}\%$; 9 – нерасчлененные отложения леурваамской свиты, туфы лавы дацитов, риодацитов, липаритов, вулканогенно-осадочные породы (λK_2), покровные образования, повышенные значения радиохимического поля преимущественно калиевая составляющая: $K = 4,5–6,5\%$, $Th = 25–35 \times 10^{-4}\%$, $U = 8–12 \times 10^{-4}\%$; 10 – леурваамский комплекс, риодациты, трахириодациты ($\lambda\zeta K_1lr$), повышенные значения радиохимического поля преимущественно калиевая составляющая: $K = 5–6,5\%$, $Th = 35–45 \times 10^{-4}\%$, $U = 12–18 \times 10^{-4}\%$; нижний структурный этаж, антиклинали 11 – Э – Энгергынская; 12 – Мс – Мысовая; синклинали 13 – К – Койвельская; верхний структурный этаж Ир – Ирвейвемская депрессия; массивы Чнз – Чануанский (западный купол), Чнц – Чануанский (центральный купол), Нд – Недоступный, Шб – Шебенский, Эл – Эльгымтаграунский

Западного купола и, частично, Центрального купола Чануанского массива штоки площадью от 1 до 40 км² и дайки. Крупные дайки имеют протяженность 7–10 км при мощности до 0,8 км [2].

Гранитоиды Чануанского массива на значительных площадях подверглись окварцеванию, хлоритизации и пиритизации. В эндо- и экзо-контактных зонах интрузива известны проявления полиметаллического, медного, молибденового, оловянного и вольфрамового, уранового, серебряного, золотого оруденения. Пространственное положение рудных проявлений предположительно приурочено к выходам мелкозернистых гранитов и гранит-порфиров (2-й этап).

При интерпретации геофизических материалов границы интрузивных массивов проводились по картам радиохимических полей и показали высокую сходимость с материалами составленной геологической карты.

Гранитоиды Чануанского массива: немагнитные значения магнитного поля составляют от –200 до –100 нТл (рис. 4). В радиохимических полях Западный купол отличается более повышенными значениями торий-урановой составляющей радиохимического поля: Th = 60–80 × 10⁻⁴ %, U = 16–24 × 10⁻⁴ % (Западный купол); Th = 30–40 × 10⁻⁴ %, U = 8–12 × 10⁻⁴ % (Центральный купол) (рис. 5). Центральная часть Восточного купола Th = 50–70 × 10⁻⁴ %, U = 14–20 × 10⁻⁴ %.

Интрузивные образования по содержанию тория разделяются на два типа:

а) щелочные граниты с высоким его количеством (до 160 г/т), в которых элементами-спутниками являются редкие земли (церий, иттрий, лантан) и редкие металлы (тантал, ниобий, бериллий);

б) кислые граниты с содержанием тория до 85 г/т, где торий сопровождается редкие земли и уран. Как правило, породы обогащены монацитом [7].

В долине р. Ирвынейвеем и верховье р. Экитыки на породах западной части Чануанского массива с разрывом залегают вулканогенные образования позднего мела. Здесь они формируют верхний структурный этаж – Ирвейвеемскую депрессию (рис. 3). Эффузивные образования, представленные пластовыми телами, дайками и штоками андезитов и долеритов ($\alpha\beta\pi K_2$), средне- и высокомагнитные интенсивностью от +100 до +300 нТл (единичные значения от +500 до +900 нТл). Они прослеживаются на карте аномального магнитного поля и его трансформантах вдоль зон региональных разломов в виде субпараллельных цепочек и по обрамлению крупных массивов, также фиксируя тектонические нарушения. Вдоль Западного и Центрального куполов Чануанского массива тела андезитов и долеритов выделяются по северному обрамлению вдоль зоны одноименного разлома северо-восточного простирания. Для Восточного купола массива характерно северо-западное распространение эффузивов основного ряда вдоль западной и восточной групп Мараваемского регионального

разлома по обрамлению купола. Линейное расположение пластовых тел эффузивов основного ряда вдоль зон региональных разломов, по обрамлению крупных массивов и вдоль сочленения Западного и Восточного куполов (ослабленная зона) подтверждает их более поздний возраст по сравнению с гранитами второго этапа. После внедрения огромных масс интрузий кислого состава, эффузивы основного ряда внедрялись по ослабленным зонам тектонических нарушений и преимущественно по периферии крупных массивов. Площадное распространение они имеют только в границах верхнего структурного этажа, представленного Ирвейвеемской депрессией (рис. 3). Эффузивы кислого ряда – липариты, дациты (λK_2) – создают покровные образования в пределах структур верхнего этажа. На картах содержаний радиохимических элементов они отмечаются повышенными значениями преимущественно калиевой составляющей радиохимического поля: K = 4,5–6,5 %, Th = 25–35 × 10⁻⁴ %, U = 8–12 × 10⁻⁴ %. Граница между Западным куполом Чануанского массива и Ирвейвеемской депрессией определяется на карте содержания тория по изолинии 50 × 10⁻⁴ % (рис. 5).

На юго-западной оконечности Центрального купола на правом берегу р. Эльгымтаграун выделяется локальный объект – Эльгымтаграунский массив. По периферии структуры в магнитном поле и его локальной трансформанте прослеживается локальная кольцевая положительная аномалия. На Чаантальской площади аналогичный объект выделен только на западной границе. По геологическим данным вскрыты габбро, габбродиориты ($\nu K_1 p$). Породы высокомагнитные – от +500 до +1000 нТл и больше (наличие вертикального подводящего канала, интенсивность в экстремуме +2260 нТл). Предположительно, здесь находится аналогичный объект, по-видимому, с поверхности почти полностью перекрытый более молодыми разновидностями кислых и щелочных иньективов. Предполагаемые вертикальные подводящие каналы фиксируются локальными значениями ΔT_a в экстремумах от +1300 до +1400 нТл вдоль южной части кольцевой аномалии. Эффузивы основного ряда такой интенсивности аномалий и поперечными размерами на площади работ не зафиксированы и не имеют распространения в апикальных частях крупных массивов. Геологическими съемками в ядре Эльгымтаграунского массива вскрыты щелочные сиениты, монцититы, монцодиориты ($\mu\zeta K_2 e_3$) – 3-й этап внедрения. Они немагнитные, значения магнитного поля составляют от –200 до –50 нТл. Сиениты отмечаются повышенными значениями всех составляющих радиохимического поля: K = 5–7 %, Th = 60–70 × 10⁻⁴ %, U = 20–24 × 10⁻⁴ %.

Южнее Западного купола Чануанского массива располагается, предположительно, кальдера древнего вулканического аппарата, сложенного эффузивными образованиями липаритов и дацитов, занимая положительную форму рельефа

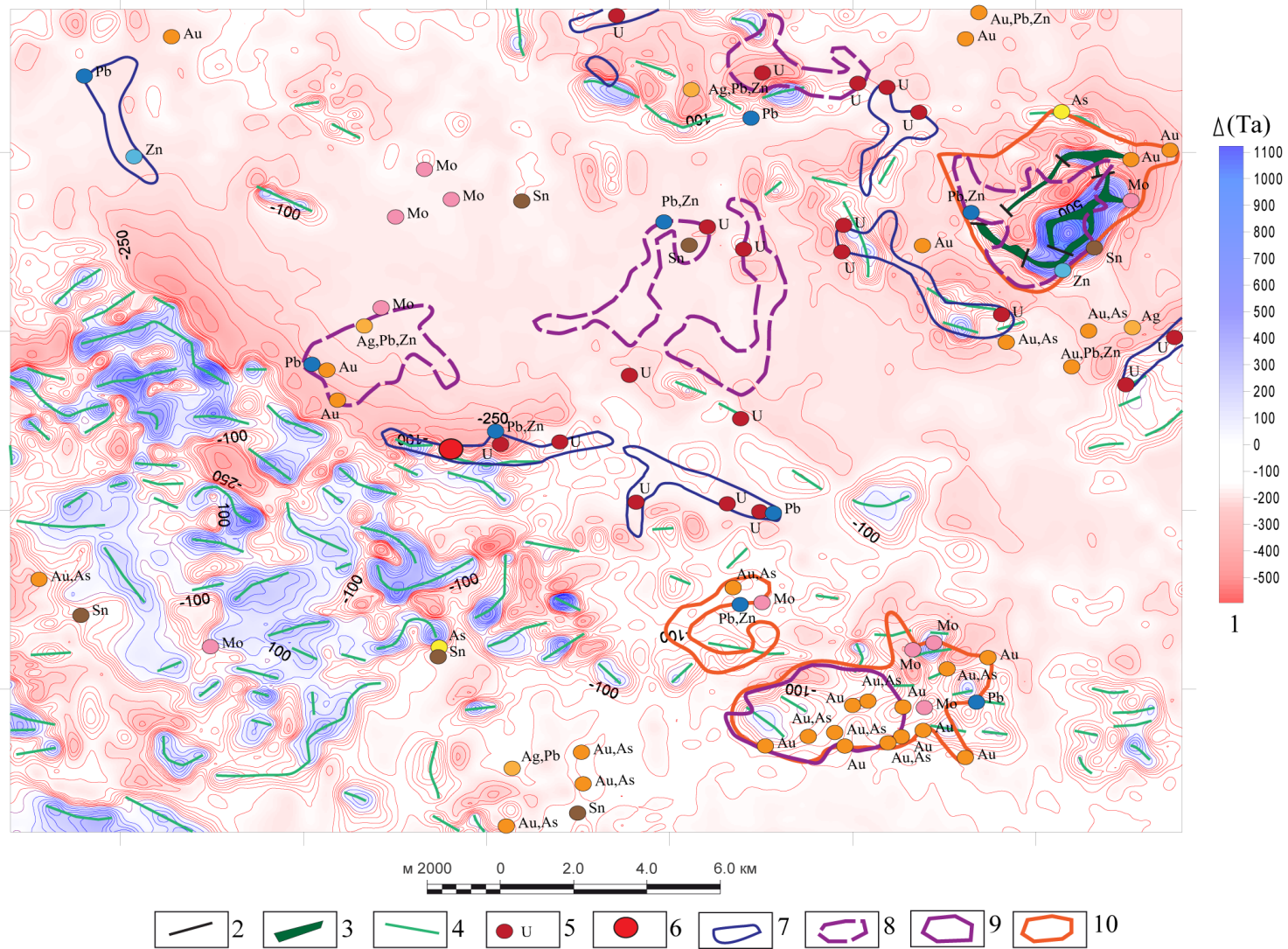


Рис. 4. Карта аномального магнитного поля ΔTa с выделенными перспективными зонами в пределах западной части Чануанского массива

1 – шкала интенсивности ΔTa , нТл; 2 – радиальные разломы; 3 – габбро, габбродиориты (vK_{1p}) выходящие на поверхность или частично перекрытые высокомагнитные, значения магнитного поля от +500 до +1300 нТл; 4 – андезиты, долериты (αBK_{1-2}), пластовые тела, дайки, штоки средне- и высокомагнитные от +100 до +300 нТл (единичные значения до +900 нТл); 5 – рудопроявления урана и других элементов; 6 – экстремум $U = 53,9 \times 10^{-4} \%$, $Th = 52,9 \times 10^{-4} \%$, $K = 6,0 \%$; 7–10 – перспективные зоны гидротермально измененных пород (см. таблицу)

Характеристика перспективных зон гидротермально измененных пород*

Номер условных обозначений на рисунках	Составляющая радиохимического поля	Форма залегания	Th, $\times 10^{-4}$ %	U, $\times 10^{-4}$ %	K, %	Рудопроявления
7	Th-U	Линейная	80–120	20–35	5–7,5	Сульфиды, Sn, U
8	Th-U	Площадная	80–100	20–40	5–7,0	Сульфиды, Sn, U
9	Th-U	Площадная	100–170	30–40	6–8,0	Th, U, TR, сульфиды
10	K	Площадная	50–120	20–40	6–8,0	Au, сульфиды

*Пояснения к рисункам 4–8.

с отметками свыше 1200 м. Южнее располагается массив Недоступный, по периферии которого среди осадочных и покровных эффузивных отложений линейными и дугвыми положительными магнитными аномалиями отмечаются дайки эффузивов основного ряда.

Юго-восточнее него обособленно выделяется шток – Шебенский массив. По геологическим данным, он сложен сиенитами, монцонитами экитынского комплекса. Следует отметить, что по его периферии и частично в апикальной части прослежены дайки андезитов и долеритов. По своим радиохимическим свойствам гранитоиды Недоступного массива аналогичны породам Центрального купола. Массив Шебенский отображен на карте содержанием тория со значением свыше 50×10^{-4} %.

На картах содержания радиохимических полей и их трансформант в западной части Чануанского массива, его южного обрамления и в апикальных частях массивов Шебенский и Эльгымтаграунский прослеживаются линейные и площадные аномалии с высокими содержаниями тория и урана (рис. 5–7). Аномалии с высокими содержанием радиохимических элементов фиксируют гидротермальные изменения в гранитах и сиенитах.

Линейная форма. Аномальные значения радиохимического поля составляют:

Th = $80–120 \times 10^{-4}$ %, U = $20–35 \times 10^{-4}$ %, K = 5–7,5 %, максимальное значение содержания урана составляет в точке наблюдения: U = $53,9 \times 10^{-4}$ %, Th = $52,9 \times 10^{-4}$ %, K = 6,0 %.

Площадная форма. Значения радиоактивных элементов составляют: Th = $80–100 \times 10^{-4}$ %, U = $20–40 \times 10^{-4}$ %, K = 5–7,0 %.

Заключение. По аналогии с Катумским рудопроявлением и Телекайским оловорудным узлом линейные аномалии, предположительно, связаны с кварц-хлоритовыми жильными телами, а площадные – с зонами гидротермального изменения гранитов. В пределах отдельных выделенных перспективных зон ранее проведенными геологическими съемками установлены проявления урана, олова и редких металлов. В связи с тем, что выявленные на площади аномалии имеют торий-урановую природу при соотношении 3 : 1 и выше, перспективность выделяемых зон стоит рассматривать, в первую очередь, на обнаружение оловянно-редкометалльного оруденения, а уран

рассматривать как сопутствующий. В апикальной части массива Шебенский значения элементов достигают максимальных значений: Th = $100–170 \times 10^{-4}$ %, U = $30–40 \times 10^{-4}$ %, K = 6–8,0 %. Здесь возможно обнаружение редкоземельного и ториевого оруденения.

По результатам комплексной интерпретации геолого-геофизических данных предполагается обнаружение и золотополиметаллических рудопроявлений. В пределах массива Эльгымтаграунский инъективы основного ряда габбро, габбродиориты играют рудоконтролирующую роль. Разновидности кислого состава в зонах эндо- и экзоконтактов с вмещающими породами и их ксенолитами играют рудообразующую роль. Плутогенно-гидротермальная модель рудообразования [5]. В пределах массива Шебенский рудоконтролирующую роль играют андезиты и долериты – эффузивы основного ряда. Геологическими съемками в пределах данных структур выявлены рудопроявления золота и полиметаллов. Предполагаемые зоны гидротермально измененных пород в зонах эндо- и экзоконтактов кислых интрузивов с вмещающими породами и их ксенолитами фиксируются аномально высокими значениями содержания калия 6–8 % в апикальных частях мелких массивов и по их периферии, а также на картах трансформант калия (рис. 8).

По результатам комплексной аэрогеофизической съемки, выполненной Норильским филиалом ФГБУ «ВСЕГЕИ», на Чаантальской площади были уточнены границы интрузивных массивов; определено положение пластовых тел, даек и покровных отложений эффузивных вулканических образований пестрого состава и различных этапов тектономагматической активизации; уточнены границы стратифицированных образований; выделены тектонические нарушения различного ранга.

На основе имеющихся геологических материалов, полученных при проведении геолого-съемочных работ на Катумском рудопроявлении и Телекайском массиве, а также материалов проведенной комплексной аэрогеофизической съемки было выполнено:

– уточнение границ Катумского потенциально редкометалльно-урановорудного района и включение в его состав центральной части Восточного купола Чануанского массива;

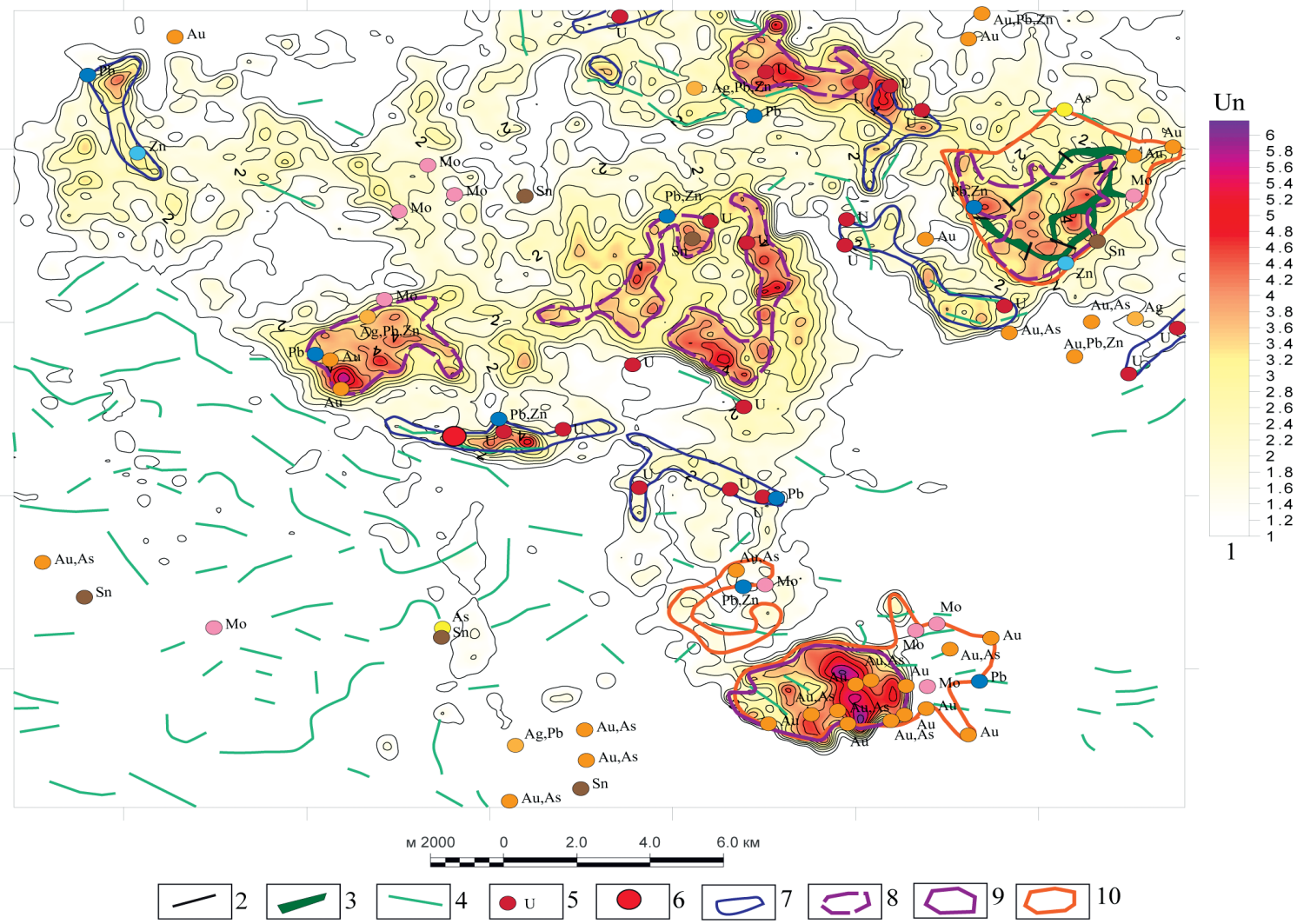


Рис. 6. Карта нормализованных по стандартному отклонению значений урана, надфоновая, $U_n = (U_i - U_{ср})/S$ с выделенными перспективными зонами в пределах западной части Чануанского массива

1 – шкала интенсивности нормализованных по стандартному отклонению значений урана, $\times 10^{-4}\%$; 2 – радиальные разломы; 3 – габбро, габбродиориты ($\times K_1, p$), выходящие на поверхность или частично перекрытые высокомагнитные, значения магнитного поля от +500 до +1300 нТл; 4 – андезиты, долериты ($\alpha\beta K_{1-2}$), пластовые тела, дайки, штоки средне- и высокомагнитные от +100 до +300 нТл (единичные значения до +900 нТл); 5 – рудопроявления урана и других элементов; 6 – экстремум $U = 53,9 \times 10^{-4}\%$, $Th = 52,9 \times 10^{-4}\%$, $K = 6,0\%$; 7–10 – перспективные зоны гидротермально измененных пород (см. таблицу)

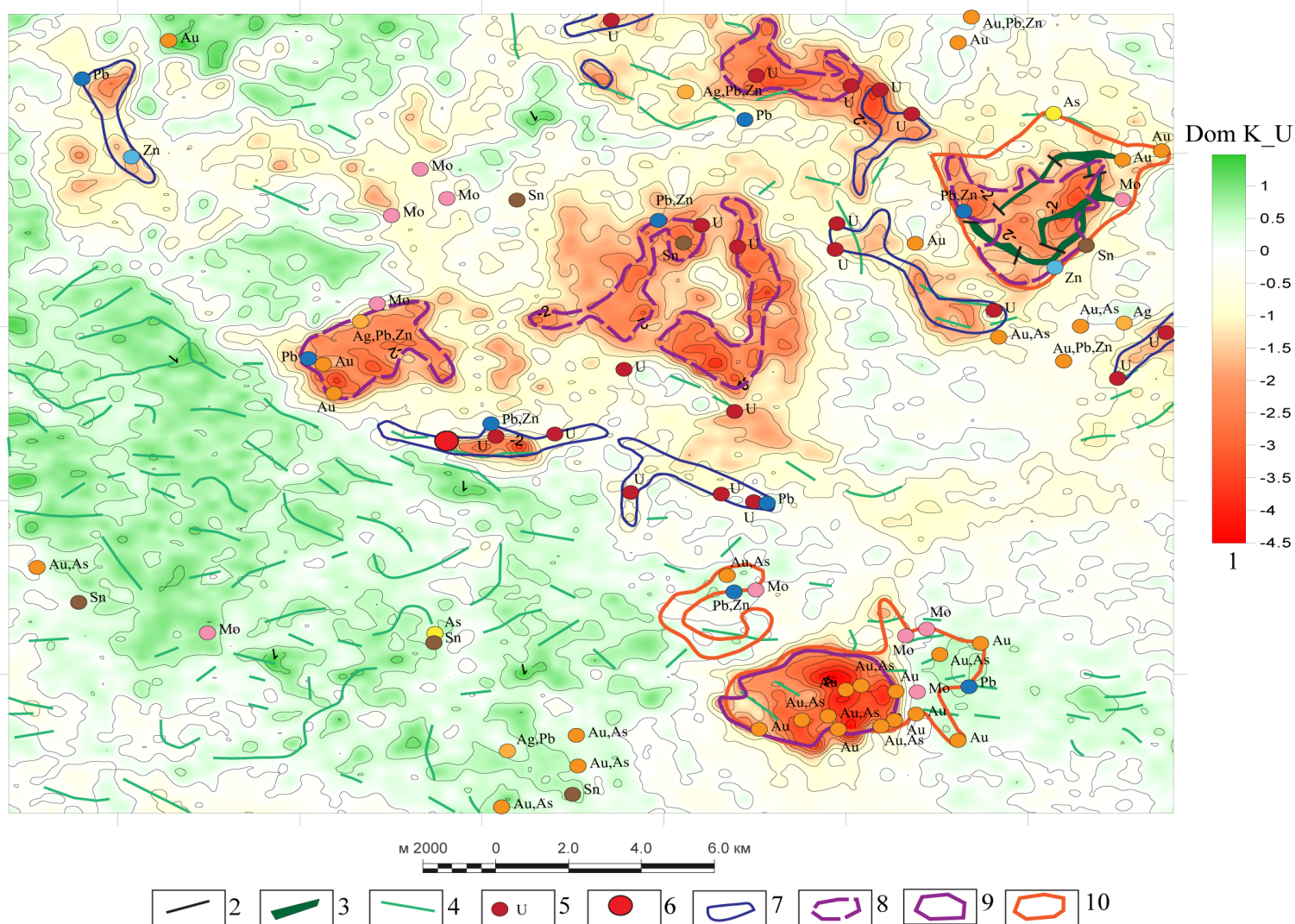


Рис. 7. Карта доминанты калия к урану $D = (K_1 - K_{sp})/S - (U_1 - U_{sp})/S$ с выделенными перспективными зонами в пределах западной части Чануанского массива

1 – шкала интенсивности доминанты калия к урану, у. е.; 2 – радиальные разломы; 3 – габбро, габбродиориты (vK_1, p), выходящие на поверхность или частично перекрытые высокомагнитные, значения магнитного поля от +500 до +1300 нТл; 4 – андезиты, долериты ($\alpha\beta K_{1-2}$), пластовые тела, дайки, штоки средне- и высокомагнитные от +100 до +300 нТл (единичные значения от +900 нТл); 5 – рудопроявления урана и других элементов; 6 – экстремум $U = 53,9 \times 10^{-4} \%$, $Th = 52,9 \times 10^{-4} \%$, $K = 6,0 \%$; 7–10 – перспективные зоны, гидротермально измененных пород (см. таблицу)

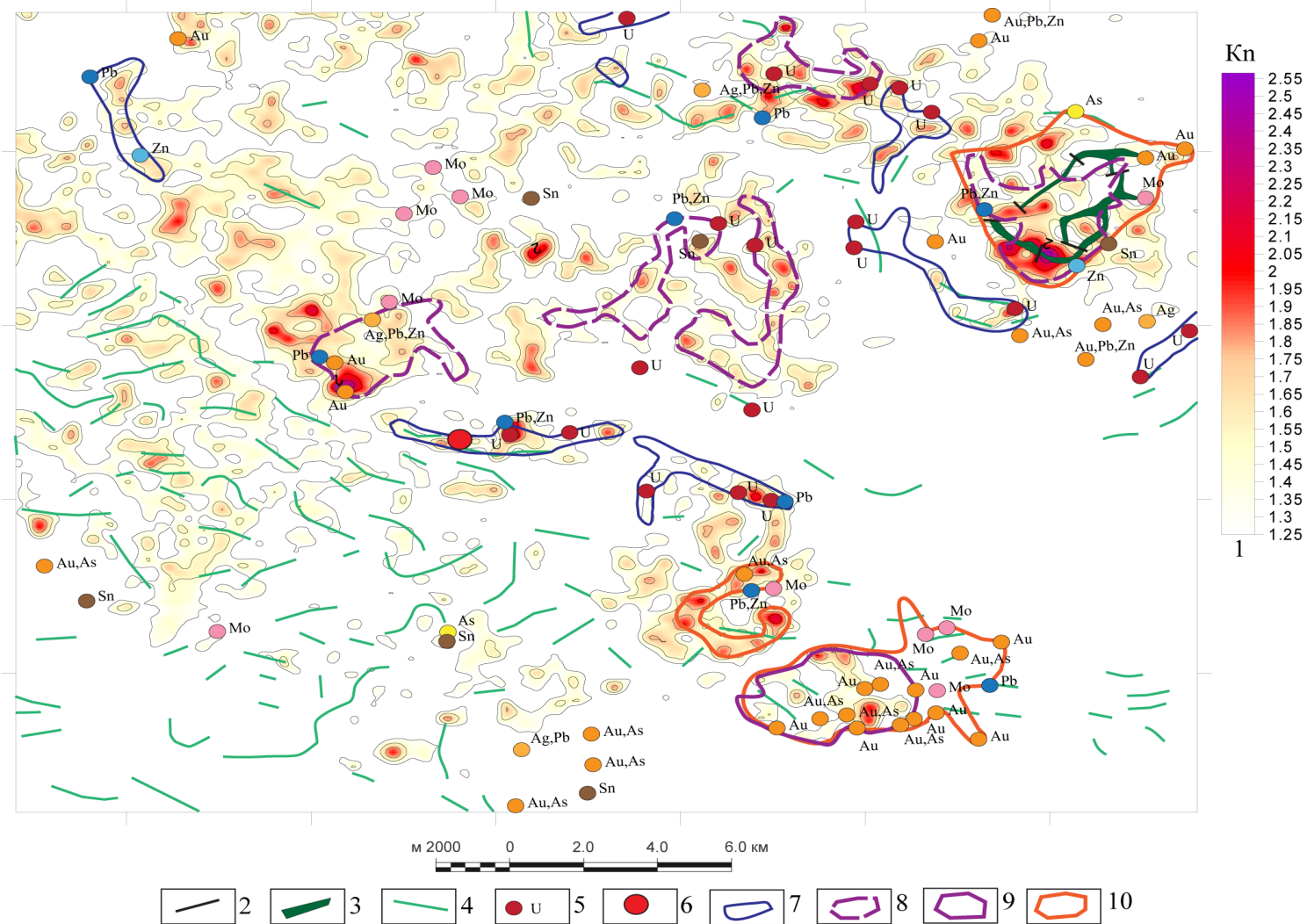


Рис. 8. Карта нормализованных по стандартному отклонению значений калия, надфоновая, $K_n = (K_i - K_{cp})/S$ с выделенными перспективными зонами в пределах западной части Чануанского массива

1 – шкала интенсивности нормализованных по стандартному отклонению значений калия, %; 2 – радиальные разломы; 3 – габбро, габбро-диориты (vK_{1p}), выходящие на поверхность или частично перекрытые высокомагнитные, значения магнитного поля от +500 до +1300 нТл; 4 – андезиты, долериты ($\alpha\beta K_{1-2}$), пластовые тела, дайки, штоки средне- и высокомагнитные от +100 до +300 нТл (единичные значения до +900 нТл); 5 – рудопроявления урана и других элементов; 6 – экстремум $U = 53,9 \times 10^{-4} \%$, $Th = 52,9 \times 10^{-4} \%$, $K = 6,0 \%$; 7–10 – перспективные зоны гидротермально измененных пород (см. таблицу)

– выделение перспективных участков на предполагаемое обнаружение оловянно-сульфидного, уран-торий-редкоземельного оруденений (Th-U – составляющая радиохимического поля), также золотосульфидного оруденения (К – составляющая радиохимического поля).

По результатам исследований даны рекомендации на постановку наземных геолого-геофизических работ по обнаружению новых коренных источников олова, золота, серебра, урана, полиметаллов и других элементов на исследованной территории.

1. Государственная геологическая карта СССР первого поколения. Масштаб 1 : 200 000. Серия Чукотская. Лист Q-60-V,VI / Е. Г. Бордюгов. – М., 1983. – 83 с.

2. Государственная геологическая карта Российской федерации масштаба 1 : 1 000 000. Издание третье. Серия Чукотская. Лист Q-60 – Анадырь / Е. П. Исаева. – СПб., 2015.

3. Константинов А. К. Урановый потенциал Чукотки. Минеральное сырье. – М.: ВИМС, 2005. – № 16. – 123 с.

4. Константинов А. К. Уран российских недр / А. К. Константинов, Г. А. Машковцев, А. К. Мигута, М. В. Шумилин, В. Н. Щеточкин. – М.: ВИМС, 2010. – С. 720–722.

5. Мавричев В. Г. Возможности крупномасштабных аэрогеофизических исследований при поисках золота в Республике Бурятия. Руды и металлы / В. Г. Мавричев, И. В. Молодцов, А. Е. Виноградов, В. Н. Баранов, В. П. Чурсин. – М., 2009. – № 6.

6. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Оловянные руды.

Распоряжение Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации) / Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ). – М., 2007.

7. Миронов Ю. Б., Карпунин А. М., Фукс В. З. Торий России: геология, ресурсы, перспективы / Разведка и охрана недр. – 2022. – № 8. – С. 36–46.

1. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta SSSR pervogo pokolenija. Masshtab 1 : 200 000. Serija Chukotskaja. List Q-60-V,VI. [Geological map of the USSR of the first generation. Scale 1 : 200 000. Chukotskaja series. Sheets Q-60-V,VI]. Ed.: E. G. Bordjugov. Moscow, 1983, 83 p.

2. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj federacii masshtaba 1 : 1 000 000. Izdanie tret'e. Serija Chukotskaja. List Q-60 – Anadyr' [Geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Chukotskaja series. Sheet Q-60 – Anadyr']. Ed.: E. P. Isaeva. St. Petersburg, 2015.

3. Konstantinov A. K. Uranovyy potencial Chukotki. Mineral'noe syr'e. M., VIMS, 2005, no. 16, 123 p.

4. Konstantinov A. K., Mashkovcev G. A., Miguta A. K., Shumilin M. V., Shhetochkin V. N. Uran rossijskih neдр. Moscow, VIMS, 2010, pp. 720–722.

5. Mavrichev V. G., Molodcov I. V., Vinogradov A. E., Baranov V. N., Chursin V. P. Vozmozhnosti krupnomasshtabnyh ajerogeofizicheskikh issledovanij pri poiskah zlota v Respublike Burjatija. Rudy i metally. Moscow, 2009, no. 6.

6. Metodicheskie rekomendacii po primeneniju klassifikacii zapasov mestorozhdenij i prognoznyh resursov tverdyh poleznyh iskopaemyh. Olovjannye rudy. Rasporjazhenie Minprirody Rossii (Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii Rossijskoj Federacii). Minprirody Rossii (Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii RF). Moscow, 2007.

7. Mironov Ju. B., Karpunin A. M., Fuks V. Z. Torij metallogenija, mineral'no-syr'evaja baza, perspektivy ispol'zovanija. Razvedka i ohrana neдр. 2022, no. 8, pp. 36–46.

Лазарев Федор Дмитриевич – директор, НФ ВСЕГЕИ¹. <nfvsegei@mail.ru>

Белов Дмитрий Анатольевич – вед. геофизик, НФ ВСЕГЕИ¹. <nfvsegei@mail.ru>

Леденгский Роман Андреевич – геофизик, НФ ВСЕГЕИ¹. <nfvsegei@mail.ru>

Молодцов Игорь Вадимович – вед. геофизик, НФ ВСЕГЕИ². <geomolod@yandex.ru>

Lazarev Fedor Dmitrievich – Director, VSEGEI Norilsk Branch¹. <nfvsegei@mail.ru>

Belov Dmitrij Anatol'evich – Leading, Geophysicist VSEGEI Norilsk Branch¹. <nfvsegei@mail.ru>

Ledengskiy Roman Andreevich – Geophysicist, VSEGEI Norilsk Branch¹. <nfvsegei@mail.ru>

Molodtsov Igor' Vadimovich – Leading Geophysicist, VSEGEI Norilsk Branch². <geomolod@yandex.ru>

¹ Норильский филиал Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского (НФ ВСЕГЕИ), Ленинский пр., 21-а, Норильск, Красноярский край, Россия, 663300.

The Norilsk branch of A. P. Karpinsky Russian Geological Research Intitute (VSEGEI Norilsk Branch). 21-a Leninsky Prospect, Norilsk, Krasnoyarskiy kray, Russia, 663300.

² Норильский филиал Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского (НФ ВСЕГЕИ), Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

The Norilsk branch of A. P. Karpinsky Russian Geological Research Intitute (VSEGEI Norilsk Branch). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.