

Ф. Д. ЛАЗАРЕВ, Д. А. БЕЛОВ, П. В. КИРПЛЮК,
И. В. МОЛОДЦОВ (НФ ВСЕГЕИ)

**Выделение перспективных участков на поиски
скарново-магнетитовых и золото-полиметаллических оруденений
по результатам комплексных аэрогеофизических съемок
в пределах Буреинского массива**

На основе материалов комплексной аэрогеофизической съемки (магнитометрия, гамма-спектрометрия, электроразведка) м-ба 1 : 50 000, выполненной на Буреинско-Ханкайской площади, отмечены локальные тектонические структуры, являющиеся составными частями интрузивных массивов, слагающих Буреинский массив. В пределах этих структур выделены перспективные участки на скарново-магнетитовое и золото-полиметаллическое оруденения.

Ключевые слова: Буреинский массив, комплексная аэрогеофизическая съемка, локальная тектоническая структура, скарново-магнетитовое, золото-полиметаллическое оруденение.

F. D. LAZAREV, D. A. BELOV, P. V. KIRPLYUK,
I. V. MOLODTSOV (VSEGEI NORILSK BRANCH)

**Identification of areas promising for the exploration of combined
skarn-magnetite, gold-polymetallic mineralization based
on results of integrated airborne geophysical surveys within
the Bureya Massif**

Local tectonic structures, which are components of intrusions forming the Bureya Massif, have been identified based on data of integrated airborne geophysical surveys (magnetometry, gamma-spectrometry, electrical prospecting) at a scale of 1:50,000 in the Bureya-Khanka Area. Prospects promising for skarn-magnetite and gold-polymetallic mineralization were discovered within the local tectonic structure.

Keywords: Bureya Massif, integrated airborne geophysical survey, local tectonic structure, skarn-magnetite, gold-polymetallic mineralization.

Для цитирования: Лазарев Ф. Д. Выделение перспективных участков на поиски скарново-магнетитовых и золото-полиметаллических оруденений по результатам комплексных аэрогеофизических съемок в пределах Буреинского массива / Ф. Д. Лазарев, Д. А. Белов, П. В. Кир-плюк, И. В. Молодцов // Региональная геология и металлогения. – 2020. – № 83. – С. 57–67.

В последние годы при проведении аэрогеофизических исследований широко применяются современные геофизические комплексы, отличающиеся от аппаратуры прошлых поколений целым рядом характеристик:

- развитие технологии изготовления высокочувствительных квантовых цезиевых датчиков CS-2, -3 для аэромагнитометров нового поколения с высокой помехо- и виброустойчивостью, а также увеличение частоты опроса магнитометрического канала привело к уменьшению погрешности аэромагнитных измерений;

- с появлением средневысотных низкофонных аэрогамма-спектрометров стало возможным повышение высоты полета до 150 м для выполнения картировочных и ряда поисковых задач при сохранении стандартной цикличности опроса. В качестве детекторов используют полициноновые кристаллы NaJ (Tl) объемом

$8 \times 4 = 32$ л. Каждая пара кристалл + ФЭУ (сцинтилляционный блок) представляет собой мини-спектрометр с самостоятельным трактом управления и термостабилизацией энергетической шкалы;

- включение в комплекс электроразведочной системы EM-4Н, в основе которой положен метод ДИП-А, позволяющий исследовать геологическую среду в более широком диапазоне глубин и электрических свойств;

- применение спутниковой системы привязки с использованием процедур дифференциальной коррекции навигационных данных позволяет определять координаты точек наблюдений с погрешностью до ± 1 м. Ведение активного судовождения с применением высокоточных GPS навигаторов и радиовысотометров позволило резко повысить качество построения фактических линий полетов и выдерживание высоты.

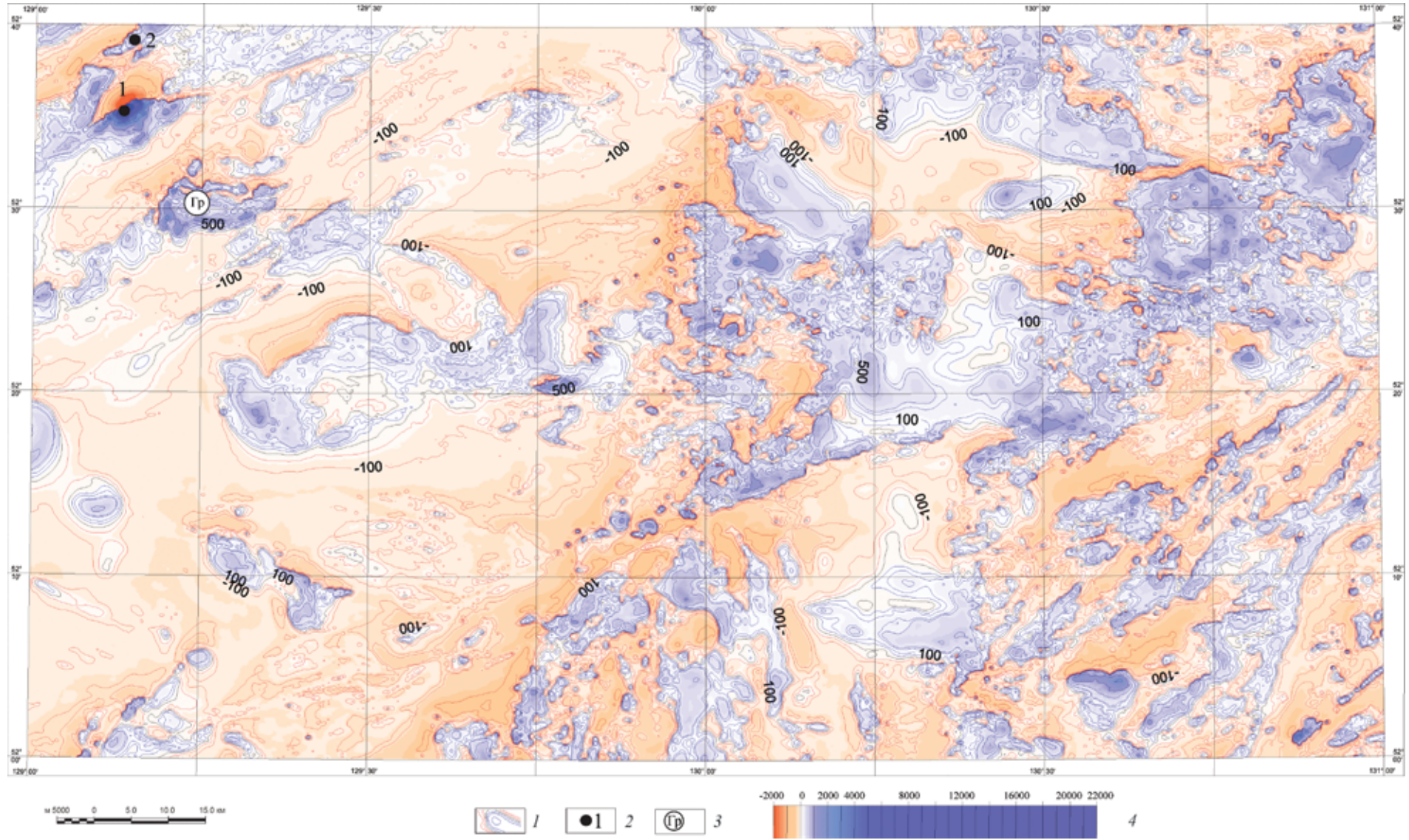


Рис. 1. Карта аномального магнитного поля, Буреинско-Ханкайская площадь

1 – изолинии $(\Delta T)_a$; 2 – месторождения железа (1 – Гаринское, 2 – Лебедихинское); 3 – Гаринская ЛПС; 4 – шкала интенсивности $(\Delta T)_a$, нТл

Эти аппаратурные особенности современного бортового комплекса выводят его на качественно более высокий уровень и позволяют объективно сопоставлять аэрогеофизические данные с результатами наземных геофизических исследований одного масштаба.

В 2016 г. Норильский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ» на основании государственного геологического задания выполнил аэрогеофизические (магнитометрия, гамма-спектрометрия, электроразведка) съемки м-ба 1 : 50 000 по созданию геофизической основы для Госгеолкарты-200 листов N-52-XXXIV, XXXV (Буреинско-Ханкайская площадь), расположенной в пределах Мазановского и Селемджинского районов Амурской области. Площадь съемки составила – 10 144 км².

Территория рассматриваемых листов находится в пределах Амурского геоблока северной части Буреинского массива – крупной жесткой структуры Монголо-Охотского складчатого пояса. Особенности тектонического строения определяются широким распространением палеозойских интрузий преимущественно гранитного состава с заключенными в них ксенолитами кровли нижнепротерозойско-рифейских отложений, присутствием складчатых структур силура и горизонтально залегающих кайнозойских отложений. Фрагменты докембрийского кристаллического фундамента образованы позднеархейскими и раннепротерозойскими стратифицируемыми образованиями. Осадочный чехол представлен нижнепротерозойско-рифейско-мезозойскими отложениями.

Геологическая история района работ тесно связана с образованием и развитием Буреинского массива – крупной тектонической структуры, представляющей собой сложное сочетание различных по размеру выступов кристаллического фундамента и фрагментов складчатых структур. Его становление связывается с региональной системой разрывов северо-восточного простирания. Серией тектонических нарушений северо-восточного и субширотного направлений на площади листов массив разделен на ряд структур: Октябрьский, Туранский и другие массивы, являющиеся крупными структурами 2-го порядка.

Начало формирования структурных позиций рассматриваемой территории собственно Буреинского массива, его соподчиненных структур и складкообразование связано с внедрением по ослабленным зонам субпараллельных северо-восточных нарушений интрузий основного состава, представленных габбро, габбродiorитами гаринского комплекса ($v\Delta PZ_1gr$) – начальная фаза. Интрузивные образования основного состава прорывают осадочно-терригенные отложения: гарьской серии (PR_1gr), представленной метабазальтами, сланцами хлорит-амфиболовыми, метапесчаниками, известняками мраморизованными, формируя ксенолиты осадочных пород среди интрузивов. По геологическим данным, выходы послонных силлов габбро на поверхность прослеживаются преимущественно в северо-западной

части листа N-52-XXXIV в районе бассейна р. Гарь и ее притоков. Местами они обладают ограниченной протяженностью, возможно, располагаются в несколько ярусов и связаны друг с другом перемычками. По результатам аэромагнитной съемки, пластовые тела, габбро, габбродiorитов выделяются зонами узких линейных субпараллельных высокомагнитных аномалий (ΔT)_a преимущественно северо-восточного простирания (рис. 1). Значения в экстремумах составляют в основном до +1000 нТл. Сгущение изолиний характеризует приближение или выход на поверхность верхних кромок магнитоактивных тел. Увеличение интенсивности локальных аномалий связывается с повышенными содержаниями магнетита в породе, значительной вертикальной мощностью и близповерхностным залеганием интрузивного тела, а также с процессами скарнообразования в зонах контакта габбро с вмещающими известняками гарьской серии. Глубина залегания интрузий основного состава составляет от 0 до десятков (первых сотен) метров.

Участки распространения силлов габбродiorитов с увеличенными поперечными размерами, сближенными телами со значимой вертикальной мощностью, на карте гравитационного поля выделяются положительными аномалиями поля силы тяжести и его трансформант $\Delta g_{лок}$.

Аномалии со значениями свыше +1500 нТл фиксируют зоны контактов габбро и гранитов с известняками гарьской серии, связанные с контактово-метасоматическими скарново-магнетитовыми рудопоявлениями и месторождениями железа. Непосредственно о контактах габбро на вмещающие породы судить сложно, так как последние подвергались в дальнейшем сильному влиянию более поздних гранитных интрузий. По-видимому, они проявились в частичном ороговиковании и скарнировании пород в зонах экзо- и эндоконтактов. Магнитная восприимчивость габбро составляет $(10-206) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Средняя плотность 2,82 г/см³.

Следующая фаза связана с раннепалеозойской тектоно-магматической активизацией и внедрением объемных масс гранитов, лейкогранитов и субщелочных гранитов октябрьского комплекса (γOo). Инъекции кислого ряда внедрялись вдоль ослабленных зон парных разрывов северо-восточной ориентировки между пластовыми телами габбродiorитов, формируя объекты купольной формы. Граниты октябрьского комплекса являются практически немагнитными или слабомагнитными породами. Средняя магнитная восприимчивость составляет $0,97 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, средняя плотность – 2,63 г/см³. С этим этапом связано начало формирования интрузивных структур 2-го порядка, входящих в состав Буреинского массива. Окончание формирования массивов связано с интрузивной деятельностью тырмо-буреинского и ханинского комплексов кислого и среднего составов (Туранский массив).

В пределах Северного, Центрального и Южного выступов Октябрьского и Туранского массивов на

площади листов возможно обнаружение комплексного скарново-магнетитового золото-полиметаллического оруденения, образованного в результате последовательного развития рудно-магматических систем габбро-гранитных интрузивных комплексов. Предположительно, формирование оруденения происходило в результате последовательного отложения минерально-геохимических ассоциаций: скарново-магнетитовой → халькопирит-пирротиновой → арсенопирит-пиритовой → халькопирит-пиритовой (полиметалльной) → золото-серебряно-полиметаллической.

Основу вмещающих стратифицированных образований представляют нижнепротерозойские отложения гарьской серии, представленной metabазальтами, сланцами хлорит-амфиболовыми, метапесчаниками, мраморизованными известняками. Представленные породы были прорваны рудогенерирующими интрузиями дифференцированных габбро-гранитных комплексов мантийной коры. В пределах Северного выступа выявлены месторождения скарново-магнетитовых руд (Гаринское и Лебедихинское). При этом рудные поля характеризуются комплексным составом, присутствуют ореолы рассеивания и проявления металлов: Ag, Pb, Mo, Sn, W, Hg. Широким развитием пользуются россыпные месторождения золота.

На примере комплексных скарново-магнетитовых золото-серебряных месторождений рудного Алтая, а также состава рудных минералов на известных месторождениях Амурской области прослеживаются аналогичные геолого-структурные и геофизические признаки в пределах Октябрьского и Туранского массивов.

Комплексное оруденение локализуется в приконтактных частях габбро-гранитных массивов, преимущественно в зонах контакта с вмещающими отложениями, тяготея к надинтрузивным и околоинтрузивным частям. Как правило, рудная минерализация приурочена к штокам, штокверкам и гребневидным выступам интрузий, локализуется и в трещинных системах. Наблюдается зональность расположения рудных ассоциаций — ближе к интрузиям локализуется магнетитовое оруденение, затем медно-молибденовое, далее золотое и золото-серебряное. Наряду со скарново-магнетитовым оруденением повышенных концентраций достигают медь, молибден, золото, серебро, резе свинец, цинк, которые образуют как совмещенные, так и самостоятельные рудные объекты.

Основные концентрации золота связаны с сульфидными парагенезисами, наложенными на магнетитовые руды, а они в свою очередь — на предрудные скарны. В пределах изученных рудных полей отмечается аналогичный ряд последовательно сменяющих друг друга окolorудных изменений, основу которого составляют скарнирование → пропилизация → аргиллизация. Кроме этого, типичными проявлениями наложенных изменений являются калишпатизация, окварцевание, турмалинизация. Образование

комплексных рудопроявлений связывается со стадийными процессами, протекавшими в широком температурном диапазоне. Отмечается, что все сульфидные парагенезисы в той или иной степени золотоносны. Разнообразие оруденения зависит от масштабности проявления той или иной стадии и преобладания в ней тех или иных полезных элементов — минералов.

Формирование рассматриваемых ассоциаций происходит в результате активного полициклического развития магматического очага. Начальным этапом является внедрение интрузий основного состава по зонам региональных (иногда парных) разрывов. На последующем этапе внедрения гранитных интрузий обязательное условие образования скарновых рудопроявлений — наличие во вмещающих породах в зоне эксплозивного контакта известковистых отложений. На завершающих этапах из остывающего расплава, обогащенного рудными элементами за счет флюидной составляющей и интенсивной деятельности гидротермальных растворов, выделяются рудные элементы. Последующая фаза тектоно-магматической активизации — внедрение новых инъекций пестрого состава в виде мелких образований (мелких штоков, даек, трубок), которые оказывают терморазогревающий эффект, что способствует обогащению, насыщению и расширению по площади рудных минерализаций.

В первую очередь из флюида выделяются труднорастворимые в расплаве газы и рудные элементы Cr, V, Ni, Co, Fe. На начальном этапе формируется скарново-магнетитовое оруденение, которое локализуется как в зонах контакта интрузивного материала с вмещающими породами — контактово-метасоматическая модель рудообразования, так и в трещинных системах — конвективная модель. Далее по мере снижения температуры в активном тектоническом режиме идет последовательное формирование минеральных ассоциаций, содержащих все более растворимые, подвижные элементы. Более поздние минеральные образования, благодаря высокой подвижности флюидов, мигрируют дальше от очага и отлагаются выше по разрезу, охватывая большие объемы, что и приводит к закономерному наложению золото-сульфидных минеральных комплексов на магнетитовые руды (В. Л. Хомичев, А. Б. Шепель, 2003).

Источник рудного вещества — комбинированный мантийно-коровый. Специализация рудопроявлений, наряду с особенностями дифференциации вещества в магматическом очаге и физико-химическими условиями рудоотложения, определяется и наличием повышенных концентраций элементов в доинтрузивном субстрате. С одной стороны, элементы ассимилируются интрузиями, а с другой, выщелачиваются циркулирующими растворами из рудовмещающих пород.

Комплексные рудные проявления формируются в зонах расположения крупных региональных разрывов. Интрузивно-плутоническая

геологическая модель оруденения связана с внедрениями дифференцированных габбро-гранитных магматических комплексов. Золотое оруденение является многостадийным и связано с пульсационным становлением рудно-магматических систем мантийного происхождения, с комбинированными источниками рудного вещества и флюидов. К экзо- и эндоконтактам интрузий приурочено высокотемпературное скарново-магнетитовое оруденение, а к наднапикальным частям интрузий — медно-молибден-золото-порфиоровое оруденение. На удалении от этих образований в трещинных системах над локальными очагами формируется более низкотемпературное золото-серебряное оруденение.

Участки золотоносных метасоматитов характеризуются повышенными и аномально-высокими содержаниями калия (урана) на фоне вмещающих осадочно-вулканогенно-терригенных пород. Золоторудным зонам свойственно проявление нескольких минеральных стадий и генераций самородного золота. Благоприятны зоны совмещения скарново-магнетитовой и сульфидной минерализаций (пирит, халькопирит, арсенопирит, молибденит, галенит, сфалерит и др.). Оруденение фиксируется накоплением в первичных и вторичных ореолах рассеяния золота, серебра, элементов-спутников Cu, Mo, Fe, As, Pb, Zn, Hg.

В пределах Северного и Центрального выступов Октябрьского массива ранее проведенными геологическими исследованиями выявлены ореолы рассеивания и мелкие рудопроявления элементов-спутников. Каких-либо значимых коренных золоторудных проявлений на площади исследований пока не обнаружено.

В северо-западной части Буреинско-Ханкайской площади в бассейне р. Гарь расположен Гаринский железорудный узел. В его состав входят крупное Гаринское и мелкое Лебедихинское месторождения. Железорудная минерализация приурочена к нижнепротерозойским осадочным отложениям. В 14 км к западу от Гаринского месторождения за пределами листов находится Имчиканское месторождение, выявленное в аналогичной геологической обстановке. Гаринское месторождение открыто в 1949 г. по результатам выполненной аэромагнитной съемки м-ба 1 : 200 000. Месторождение локализовано в пределах сила габбро — зона магнитных аномалий в осевой части Северного выступа Октябрьского массива — и выделяется высокомагнитной аномальной зоной интенсивностью свыше +1000 нТл, максимальное значение +30 075 нТл. В поле трансформанты силы тяжести объекту соответствует локальный максимум интенсивностью +1,3 мГал. Рудная зона размером 2,5 × 7 км образована на контакте раннепалеозойских габбро и гранитов с ксенолитом вмещающих терригенно-карбонатных отложений. Геологическими съемками установлено более 50 простых и сложных тел мощностью от 2 до 50 м и протяженностью от 80 до 150 м. Содержания в них железа

меняется соответственно 55,7; 34 и 23 %. Картирование Гаринского месторождения в геофизических полях приведено на рис. 2–4.

Геолого-геофизические поисковые критерии и признаки скарново-магнетитового оруденения:

- структурно-тектонические — локализация в надинтрузивной и околоинтрузивной частях сформированных мелких габбро-гранитных массивов, связанных с интрузиями основного и кислого составов протерозойско-раннепалеозойского возраста. Объекты приурочены к системам глубинных, иногда парных, региональных разрывов северо-восточного простирания. В пределах линейных зон интрузий габбродиоритов гаринского комплекса выделяются локальные замкнутые объекты, узлы ветвления, смещения осей и раздвоения тел в местах сопряжения разрывных нарушений более молодого возраста;

- литолого-стратиграфический — развитие гарьской серии: метабазальты, сланцы, метапесчаники, известняки мраморизованные, вмещающие скарново-магнетитовое оруденение;

- локализация скарново-магнетитового оруденения в местах экзо- и эндоконтактов интрузивов с вмещающими осадочными отложениями, в состав которых входят известняки;

- выделение интрузивных образований основного состава линейными и дугowymi положительными аномалиями магнитного поля. Высокомагнитные (от +300 и свыше +1000 нТл) — габбродиориты, диориты ($\nu\Delta PZ_{1gr}$). Участки интрузий основного состава со значительной вертикальной мощностью и поперечными размерами фиксируются в поле силы тяжести и его трансформантах положительными аномалиями. Им соответствуют минимальные значения радиохимических элементов;

- немагнитные инъективы кислого состава, преимущественно слагающие интрузивные выступы (массивы), фиксируются изолиниями изометрического характера отрицательного знака (ΔT_a), значения поля достигают $-500 \dots -100$ нТл. Выходы гранитных инъекций октябрьского (γOo) и тырмо-буреинского комплексов ($\gamma \Delta C_{2-3t}$) картируются надкларковыми значениями радиохимических элементов. Участки со значимой вертикальной мощностью отмечаются локальными отрицательными аномалиями гравитационного поля от -26 до -8 мГал;

- известные и предполагаемые скарново-магнетитовые месторождения и рудопроявления фиксируются высокомагнитными аномалиями со значениями в экстремумах от +1000 и свыше +1500 нТл (макс. +30 075 нТл) в виде локальных раздувов в пределах линейных и дугowych зон или самостоятельными локальными объектами. Некоторые рудопроявления отмечаются локальными положительными аномалиями $\Delta g_{лок}$. Все они характеризуются компактной локализацией, небольшими размерами в плане — первые километры — и значительным вертикальным размахом оруденения. Глубина рудных интервалов Гаринского месторождения составляет свыше 500 м;

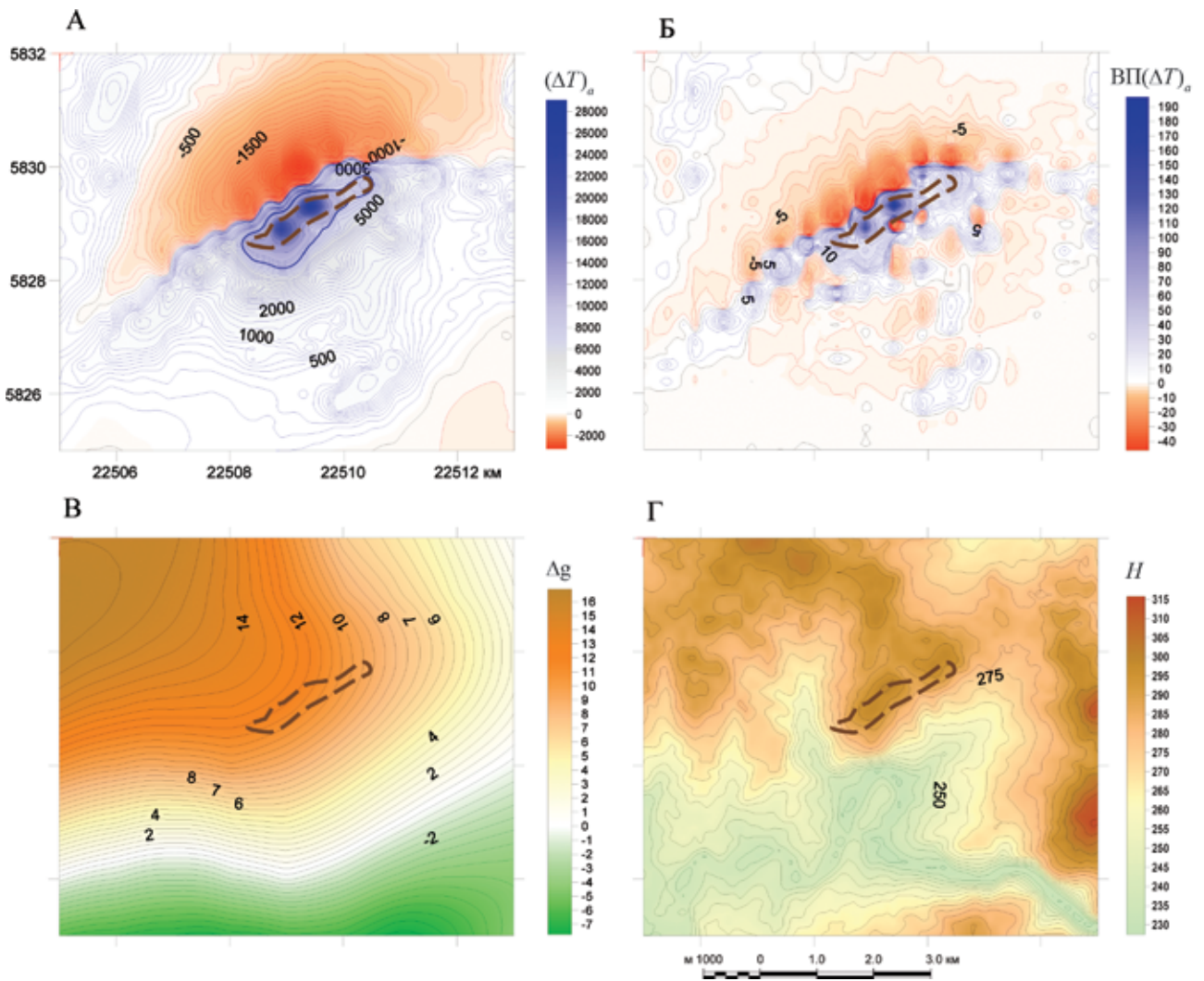


Рис. 2. Отражение Гаринского скарново-магнетитового месторождения (контур показан пунктиром) в геофизических полях и рельефе

А – карта аномального магнитного поля, содержания $(\Delta T)_a$, нТл; Б – карта вертикальной производной, значения $ВП(\Delta T)_a$, нТл; В – карта поля силы тяжести, значения Δg поверхности рельефа, у. е.; Г – карта поверхности рельефа, значения изогипс поверхности рельефа H , м

– на картах радиохимических полей участкам высокомагнитных аномалий соответствуют фоновые или пониженные значения триады ЕРЭ;

– на картах удельных эффективных сопротивлений участки развития известных и предполагаемых скарново-магнетитовых оруденений отмечаются пониженными значениями на общем фоне;

– рудогенерирующую роль играют габбро, габбродиоритовая формации (начальная фаза);

– рудообразующая роль связана с инъекциями гранитов (последующие фазы), которые оказывали терморазогревающий эффект, способствуя интенсивной гидротермальной деятельности циркулирующих растворов и выщелачиванию;

– модель рудообразования – контактово-метасоматическая.

Майский золото-серебрянорудный узел выделен в центральной части минерагенической зоны преимущественно на правом берегу

р. Селемджа. Начало золотопромышленности относится к 1895 г. На руч. Алексеевский, приток р. Селемджа, была открыта первая россыпь и начал действовать прииск. В последующие годы россыпи открылись по другим правым притокам р. Селемджа, в том числе по р. Орловка. Все они сосредоточены в центре листа N-52-XXXIV на относительно небольшой площади. В тектоническом плане узел охватывает южное окончание Северного, Центральный и северное обрамление Южного выступов Октябрьского массива. В границах узла выявлено три рудопроявления и четыре пункта золотой минерализации.

Геолого-геофизические поисковые критерии и признаки золоторудной минерализации:

– структурно-тектонические – локализация в надинтрузивной и околоинтрузивной частях плутогенно-интрузивных структур, связанных с инъекциями основного и кислого составов раннепалеозойского и кислого состава

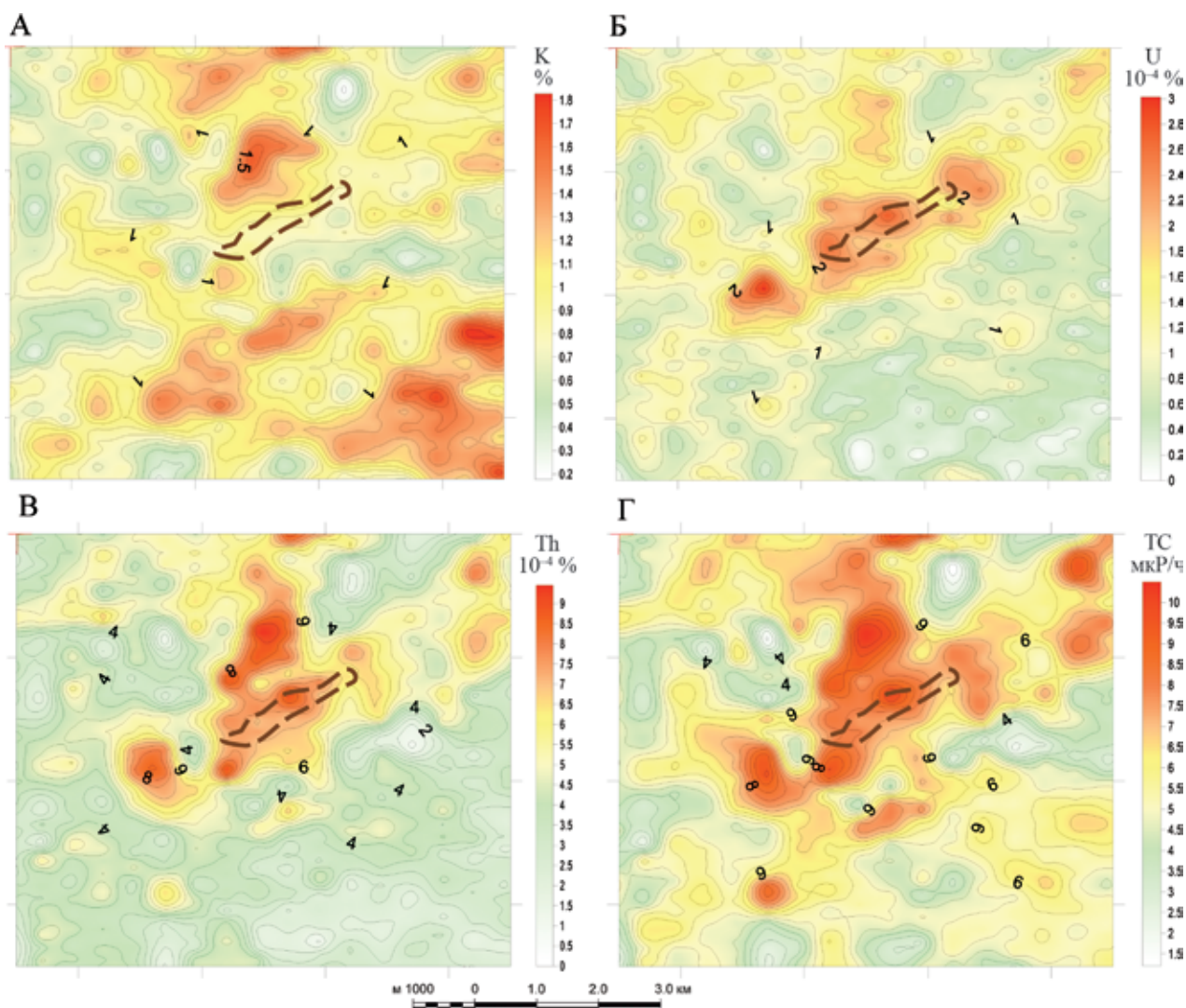


Рис. 3. Отражение Гаринского скарново-магнетитового месторождения (контур показан пунктиром) по данным гамма-спектрометрической съемки

А–Г – карты содержаний: А – калия; Б – урана; В – тория; Г – мощности экспозиционной дозы

позднепалеозойского комплексов. Массивы (плутогены) приурочены к системам древних глубинных региональных, иногда парных, разрывов северо-восточного простирания;

- литолого-стратиграфический – золоторудные проявления развиты в пределах осадочных толщ: гарьской серии, сложенной metabasalts, сланцами, метапесчаниками, известняками мраморизованными; армейской серии – отложения дагмарской и неклинской толщ, представленные сланцами биотит-кварцевыми, пластами метапесчаников, мраморизованными известняками;

- наличие в пределах апикальных и краевых частей локальных тектонических структур (ЛТС) – объектов, образованных несколькими фазами интрузивной деятельности (не менее двух фаз), расположенных в апикальных и краевых частях полигенных интрузивных массивов или на незначительном удалении от них, обладающих эллипсоидной и изометрической формами

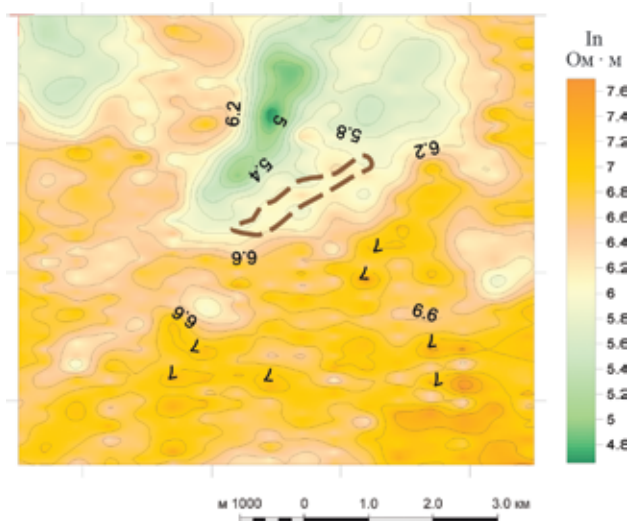


Рис. 4. Отражение Гаринского скарново-магнетитового месторождения (контур показан пунктиром) по данным электроразведки на частоте 130 Гц, карта кажущегося удельного сопротивления

с размерами, составляющими первые километры [1], – в конкретном случае сформировавшихся в результате внедрения интрузий габбродиоритов гаринского ($\nu\Delta PZ_{1gr}$) и инъекций кислого состава октябрьского (γOo), тырмо-буреинского ($\gamma\Delta C_{2-3t}$) и харинского ($\text{Er}\gamma P_2-T_{1h}$) комплексов, в узлах сопряжения (сближения) парных тел габбродиоритов, рассеченных разрывными нарушениями более молодого возраста;

– выделение интрузивных образований основного состава линейными и дуговыми положительными аномалиями магнитного поля. Высокомагнитные (от +300 и свыше +1000 нТл) – габбро, габбродиориты, диориты. Участки интрузий основного состава со значительной вертикальной мощностью и поперечными размерами фиксируются в поле силы тяжести и его трансформантах положительными аномалиями. Им соответствуют фоновые значения радиохимических элементов;

– немагнитные инъективы кислого ряда, преимущественно слагающие интрузивные выступы, фиксируются плавными изолиниями изометрического характера отрицательного знака (ΔT)_a в интервале от –500 до –100 нТл. Выходы гранитных инъекций октябрьского, тырмо-буреинского и более молодого харинского комплексов картируются надкларковыми значениями радиохимических элементов. Участки со значимой вертикальной мощностью отмечаются локальными отрицательными аномалиями гравитационного поля от –26 до –8 мГал;

– локализация предполагаемых рудных (гидротермально-метасоматических) процессов прослеживается в пределах апикальных и краевых частей мелких ЛТС, сформированных двумя и более фазами магматизма основного и кислого составов. Для месторождений и проявлений данной формации характерна приуроченность к малым (размеры в плане первые квадратные километры) интрузивным объектам. Компактная локализация и значительный вертикальный размах оруденения;

– принадлежность повышенных значений аномалий калиевой (урановой) природы радиоактивности, связанных с зонами метасоматоза и гидротермально измененных пород, к выделяемым ЛТС, развитым в пределах их апикальной и краевых частей; к зонам сопряжения (узлам рудоконтролирующих структур северо-северо-восточного простирания);

– вмещающими отложениями являются вулканогенно-терригенно-осадочные отложения протерозоя – рифея;

– рудоконтролирующую роль играют габбро, габбродиоритовая формация (начальная фаза);

– рудогенерирующими являются граниты, плагиограниты, гранодиориты, субщелочные граниты (последующие фазы).

Для локализации участков, потенциально перспективных на золото-полиметаллическое оруденение, используются следующие основные поисковые аэрогамма-спектрометрические признаки:

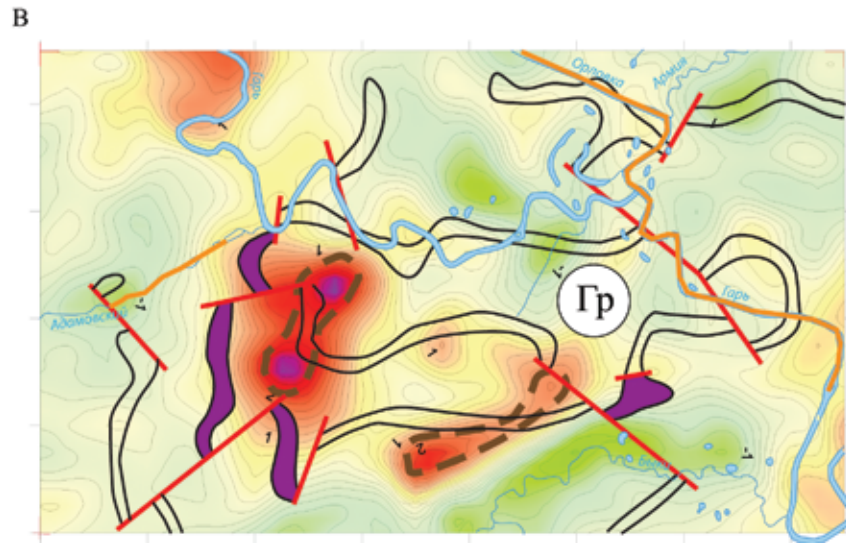
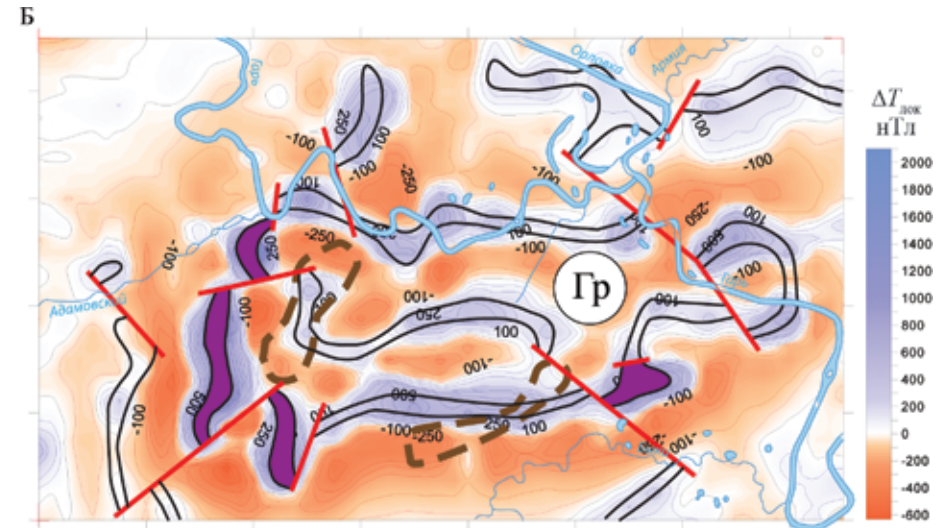
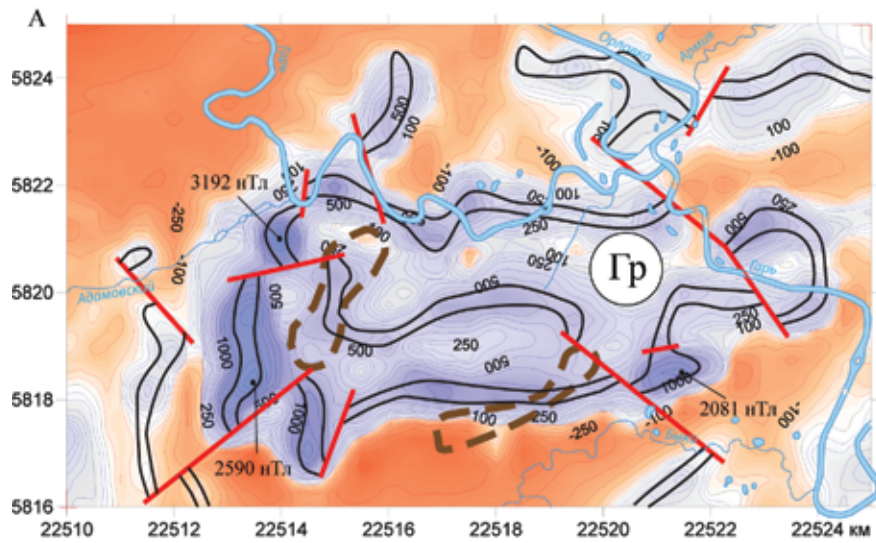
– аномально-высокие (или повышенные) концентрации калия $> q_{cp} + 3S$;

– высокие нормализованные по стандартному отклонению значения содержания калия $K_n = 2,5-7,0 \%$;

– высокие положительные значения доминанты калия в системе калий – торий $D(K, Th) > 1,5$ ед.

На рис. 5 и 6 приведены примеры картирования Гаринской ЛТС, расположенной в месте слияния рек Орловка и Гарь. Гаринская ЛТС сформировалась в результате внедрения интрузии гранитов октябрьского комплекса между линейными магнитными телами габбродиоритов. В результате произошло расплавление интрузий основного состава и их частичное смещение. Возраст гранитов досилурийский. В верхних течениях руч. Глубокий и р. Армия они погружаются под мамынскую свиту силура, не оказывая на нее контактового воздействия. На геологической карте выходы гранитов прослежены в апикальной части плугогена на правом берегу р. Гарь и по его западному обрамлению. По периферии объекта картируются отложения гарьской серии.

Перспективный участок Адамовский (Fe) расположен на правом берегу р. Гарь в 8 км от впадения ее в р. Орловка. По данным аэромагнитной съемки, здесь прослежены цепочки линейных магнитных аномалий северо-восточной ориентировки. Локальные экстремумы с максимальными значениями выделены на западном склоне сопки с отметками 319 и 302 м. Максимальные значения интенсивности (ΔT)_a по западному флангу структуры составляют +2590 и +3192 нТл. Высокомагнитная зона разбита на фрагменты радиальными разрывами. Непосредственно эллипсовидная структура располагается в линейной зоне положительного знака гравитационного поля с локальным максимумом +15 мГал. В трансформанте поля $\Delta g_{\text{лок}}$ тела габброидов прослеживаются локальными положительными аномалиями. Центральная часть ЛТС характеризуется пониженными значениями. На картах радиохимических полей высокомагнитным телам отвечают фоновые значения. На карте эффективных сопротивлений с частотой 8320 Гц контурам магнитных тел соответствуют значения $\ln(5-6)$ Ом·м, за пределами $\ln(5,5-6,5)$ Ом·м. В апикальной части структуры и вдоль западного фланга геологическими съемками вскрыты граниты октябрьского комплекса. По южному обрамлению прослежены осадочные отложения гарьской серии, включающие серицит-кварцевые сланцы, метапесчаники, линзы мраморизованных известняков. Здесь локальный максимум составляет +2081 нТл. Предполагается, что образованные скарново-магнетитовые рудные тела, фиксируемые высокомагнитными аномалиями свыше +2000 нТл, могут быть связаны с нескрытым контактом ксенолита терригенно-осадочных пород с интрузивными образованиями габбро.

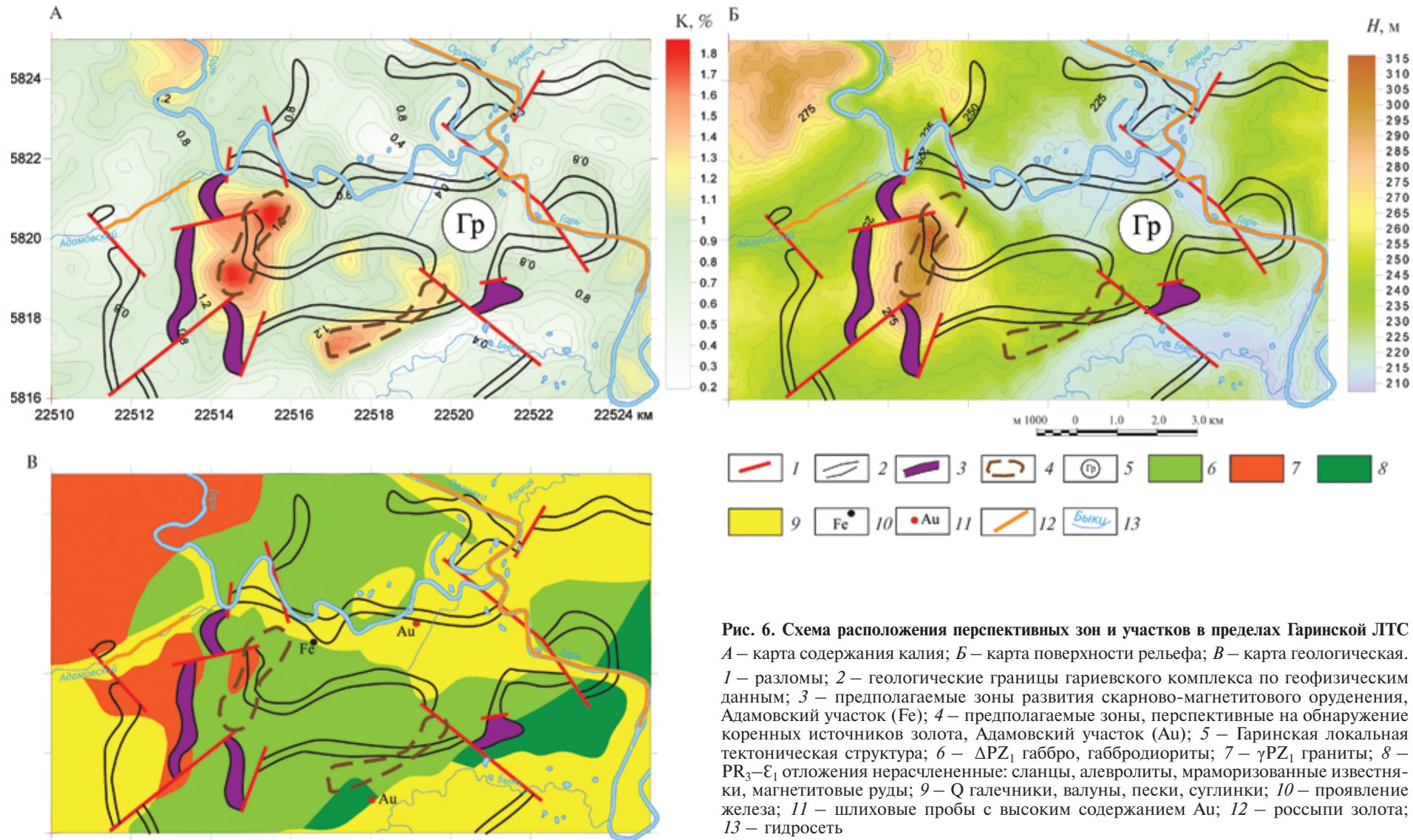


- 1 — разломы; 2 — геологические границы габбродиоритов гариевского комплекса по геофизическим данным; 3, 4 — предполагаемые зоны: 3 — развития скарново-магнетитового оруденения, Адамовский участок (Fe), 4 — перспективные на обнаружение коренных источников золота, Адамовский участок (Au); 5 — Гаринская локальная тектоническая структура; 6 — экстремумы магнитных аномалий; 7 — россыпи золота; 8 — гидросеть

Рис. 5. Схема расположения перспективных зон в пределах Гаринской локальной тектонической структуры

А — карта редуцированного магнитного поля; *Б* — карта локальных аномалий магнитного поля; *В* — карта нормализованных по стандартному отклонению значений калия.

1 — разломы; 2 — геологические границы габбродиоритов гариевского комплекса по геофизическим данным; 3, 4 — предполагаемые зоны: 3 — развития скарново-магнетитового оруденения, Адамовский участок (Fe), 4 — перспективные на обнаружение коренных источников золота, Адамовский участок (Au); 5 — Гаринская локальная тектоническая структура; 6 — экстремумы магнитных аномалий; 7 — россыпи золота; 8 — гидросеть



Перспективный участок Адамовский (Аи) обнаружен по повышенным аномалиям калиевой природы, выделенным на западном фланге ЛТС, вблизи с высокомагнитными аномалиями, предположительно, связанными со скарново-магнетитовым оруденением. В русле руч. Адамовский, западное обрамление ЛТС, и в русле р. Орловка – восточный борт, установлены россыпи золота. На западном обрамлении ЛТС и на вершине сопки геологическими съемками вскрыты интрузии гранитов. Значения радиохимических элементов составляют: $K = 1,8-2,2 \%$, $U = (2,0-2,5) \times 10^{-4} \%$, $Th = (6-11) \times 10^{-4} \%$. Значение калия, нормализованные по стандартному отклонению, $K_n = 2,5-3,5 \%$. Доминанта $K/Th = 2,0-2,5$ у. е., параметр $F = 0,5$ у. е. На юго-восточном склоне сопки на левом берегу р. Быки также прослежена надфоновая калиевая аномалия интенсивностью $K_n = 2,5 \%$. Здесь вскрыты отложения гарьской серии, геофизическими съемками выделяется интрузия габброидиоритов. Участки повышенных значений аномалий калия могут быть связаны с коренным золото-полиметаллическим оруденением. В пределах и по обрамлению структуры выявлены шлиховые пробы с высоким содержанием золота и рудопроявление магнетитовых руд (рис. 6).

По результатам выполненных на Буреинско-Ханкайской площади аэрогеофизических исследований были уточнены границы Гаринского и Лебедихинского месторождений, выделены перспективные участки на скарново-магнетитовое и золото-полиметаллическое оруденения, два участка на редкоземельное оруденение, а в пределах одного из них ранее выполненными

геологическими съемками выявлена редкоземельная (ниобий, тантал) минерализация.

Участки высокомагнитных аномалий, связанные с предполагаемыми скарново-магнетитовыми рудопроявлениями и известными месторождениями, зоны повышенных и аномально-высоких содержаний калия выделены в пределах Октябрьского и Туранского массивов и их обрамления, а также в пределах ЛТС более высокого порядка, являющихся составной частью массивов. Таким образом, по геофизическим данным, подтверждается возможность обнаружения на Буреинско-Ханкайской площади комплексного скарново-магнетитового золото-полиметаллического оруденения.

Перспективные участки в пределах Гаринской структуры рекомендованы для дальнейшего геолого-геофизического изучения. Возможное обнаружение новых промышленных рудопроявлений и месторождений коренных источников железа, золота, полиметаллов и редких земель позволит в дальнейшем продолжить промышленное развитие данного региона.

1. Мавричев В. Г., Молодцов И. В., Виноградов А. Е. Аэрогеофизический комплекс при поисках коренных месторождений золота // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 8. – С. 32–35.

1. Mavrichev V. G., Molodtsov I. V., Vinogradov A. E. Airborne geophysical complex in search of indigenous gold deposits. *Razvedka i okhrana nedr.* 2009. No 8, pp. 32–35. (In Russian).

Лазарев Федор Дмитриевич – канд. геол.-минерал. наук, директор, НФ ВСЕГЕИ¹. Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия. <nfvsegei@mail.ru>

Белов Дмитрий Анатольевич – вед. геолог, НФ ВСЕГЕИ¹.

Кирплюк Павел Валентинович – гл. геофизик, НФ ВСЕГЕИ¹.

Молодцов Игорь Вадимович – вед. геофизик, НФ ВСЕГЕИ¹. <geomolod@yandex.ru>

Lazarev Fedor Dmitrievich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Director, VSEGEI Norilsk Branch¹. <nfvsegei@mail.ru>

Belov Dmitriy Anatol'evich – Leading Geologist, VSEGEI Norilsk Branch¹.

Kirplyuk Pavel Valentinovich – Chief Geophysicist, VSEGEI Norilsk Branch¹.

Molodtsov Igor' Vadimovich – Leading Geophysicist, VSEGEI Norilsk Branch¹. <geomolod@yandex.ru>

¹ Норильский филиал Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского (НФ ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.

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