

образцах зоны Загадка (минеральные пленки и микро-включения), вероятно, будет отрицательно влиять на показатели извлечения полезного ископаемого и качества концентрата.

6. Высокая сереброносность и низкое содержание цинка в блеклых рудах исследуемого месторождения указывает на формирование рудных тел Маймино-ского месторождения в гипабиссальных условиях, что дополнительно подтверждается данными о температурах рудообразующих флюидов. Присутствие Si на поверхности образцов и в газовой-жидких включениях указывает на участие его в рудообразовании, а ассоциация минералов Ag с марганцевыми подчеркивают роль Mn в благороднометалльной минерализации.

7. Полученные данные по $\delta^{34}\text{S}$ в сульфидах с положительным и отрицательным диапазоном свидетельствуют о полигенности источников рудообразования, что увеличивает перспективы месторождения.

Авторы благодарят начальника геологического отдела ГМК «Дальполиметалл» А.Н. Новосельцева за помощь в проведении полевых работ.

Исследования выполнены при частичной поддержке проектов: ДВО РАН (№ 15-1-2-094, 2015–2017 гг.) и РФФИ (№ 16-05-00069, 2016-2018 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольская, М.Г. Минеральные ассоциации и условия формирования свинцово-цинковых руд / М.Г. Добровольская, Т.Н. Шадлун. — М: Наука, 1974. — 208 с.
2. Добровольская, М.Г. Свинцово-цинковое оруденение (рудные формации, минеральные парагенезисы, особенности рудообразования) / М.Г. Добровольская. — М: Наука, 1989. — 216 с.
3. Добровольская, М.Г. Минеральные парагенезисы и стадии рудообразования в свинцово-цинковых месторождениях Дальнегорского рудного района (Южное Приморье) / М.Г. Добровольская, С.П. Балашова, О.Н. Заозерина, Т.И. Голованова // Геология рудных месторождений. — 1993. — Т. 35. — № 6. — С. 493–519.
4. Мозгова, Н.Н. Блеклые руды / Н.Н. Мозгова, А.И. Цепин. — М: Наука, 1983. — 280 с.
5. Петровская, Н.В. Развитие идей А.Е. Ферсмана в учении о типоморфизме минералов и минеральных ассоциаций / Н.В. Петровская, Ф.В. Чухров. — М: Наука, 1986. — С. 5–13.
6. Рогулина, Л.И. Благороднометалльная минерализация полиметаллических руд Маймино-ского месторождения (Приморье) / Л.И. Рогулина, О.Л. Свешникова, Е.Н. Воропаева // Записки РМО, 2010. — Ч. СXXXIX. — № 5. — С. 29–40.
7. Рогулина, Л.И. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. / Л.И. Рогулина, В.И. Теребилло, В.Г. Невструев, Е.Н. Воропаева. — Якутск: Изд. Дом СВФУ, 2015.
8. Рогулина, Л.И. Новые идеи в науках о Земле: Междунар. науч.-практ. конф. — Москва. МГРИ-РГГРУ. Доклады. — Т. 1 / Л.И. Рогулина. — М.: МГРИ-РГГРУ, 2015. — С. 394–395.
9. Спиридонов, Э.М. О видах и разновидностях блеклых руд и рациональной номенклатуре минералов группы. Некоторые замечания об условиях образования блеклых руд / Э.М. Спиридонов // Новые данные о минералах. — 1985. — Вып. 32 — С. 128–146.
10. Спиридонов, Э.М. Типоморфные особенности блеклых руд некоторых плутоногенных, вулканогенных, телетермальных месторождений золота / Э.М. Спиридонов // Геология рудных месторождений. — 1987. — № 6 — С. 83–91.
11. Keighin, Willam C. The system Ag-Sb-S from 600°C to 200°C / C. Keighin Willam, P.M. Honea // Mineral deposits. — 1969. — Vol. 4. — № 2. — P. 153–171.

© Рогулина Л.И., Воропаева Е.Н., Невструев В.Г., 2018

Рогулина Лариса Ивановна // rogulina@mail.ru
Воропаева Елена Николаевна // levorglav@mail.ru
Невструев Виктор Григорьевич // nevstruevvg@mail.ru

Шашорин Б.Н., Макаров А.И., Руднев В.В.,
Выдрич Д.Е. (ФГБУ «ВИМС»)

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАЛМЫЖСКОЙ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ (СЕВЕРНЫЙ СИХОТЭ-АЛИНЬ)

*Для целей прогноза и поисков крупнообъемных штокверковых месторождений Au-Cu-порфирового типа на севере Сихотэ-Алинской металлогенической провинции по результатам компьютерной обработки информационных основ полей Δg и ΔT по программе «Каскад 3D» составлена трехмерная геофизическая модель геологического пространства недр, вмещающего в себя Малмыжскую Au-Cu-порфировую рудно-магматическую систему (РМС). С использованием той же программы обработки геофизических данных получены уникальные сведения, касающиеся плотностной инфраструктуры недр и намагниченности пород верхней части земной коры (до глубины ~ 7,5 км) территории листа М-54-XXXI. С применением полученных сведений оконтурены потенциально рудоносные обстановки ранга рудный узел, соответствующие геофизическим характеристикам Малмыжской Au-Cu-порфировой РМС. **Ключевые слова:** диоритовые и Au-Cu-порфировые центры, ареалы высоко — и умеренно магнитных пород, потенциально рудоносные обстановки.*

Shashorin B.N., Makarov A.I., Rudnev V.V., Vydrich D.E. (VIMS)

GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL MODEL MALMYZHSKIY ORE-MAGMATIC SYSTEM AND THE POSSIBILITY OF ITS USE IN FORECASTING (THE NORTHERN SIKHOTE-ALIN)

*For the purposes of prediction and searches of the bulk stockwork deposits of Au-Cu-porphyry type in the North Sikhote-Alinskiy metallogenic province on the results of computer processing of the information basics field Δg and ΔT on the program «Cascade 3D» composed of three-dimensional geophysical model of the geological subsurface space that can accommodate Malmyzhskiy Au-Cu-porphyry ore-magmatic system (RMS). Using the same program of processing geophysical data to obtain unique information concerning the density of infrastructure in the subsoil, and the magnetization of rocks of the upper part of the crust (to a depth of ~ 7.5 km) in the area of sheet M-54-XXXI. With the use of the information outlined in potentially ore-bearing environment grade ore node corresponding geophysical characteristics Malmyzhskiy Au-Cu-porphyry RMS. **Keywords:** diorite and Au-Cu-porphyry centres, areas of high and moderately magnetic rocks, potentially ore-bearing environment.*

Малмыжская рудно-магматическая система (РМС), продуцирующая и вмещающая в себя крупнейшее в Хабаровском крае Au-Cu-порфировое месторождение Малмыж, располагается в пределах низкогорной гряды Малмыжских высот (лист ГГК РФ М-53) на право-

бережье р. Амур (рис. 1). РМС представляет собой ограниченный объем недр, сложенный толщей интенсивно дислоцированных терригенных, существенно песчаниковых морских отложений нижнемелового возраста, прорванных позднемеловыми интрузивами среднего и среднекислого состава: диоритов, диоритовых порфириров, кварцевых диоритовых порфириров, реже гранодиоритов (рис. 1). В течение постмагматического гидротермального цикла (процесса) в рассматриваемом объеме геологического пространства сформировались крупнообъемные штокверковые залежи с промышленными параметрами оцененных запасов и ресурсов меди и золота, приуроченных к интрузиям среднего состава* (рис. 1). По своим совокупным показателям (разведанным запасам и прогнозным ресурсам) рудные залежи и вмещающие их магматические и гидротермально измененные породы нижнего и верхнего мела образуют крупнейшую золото-медно-порфировую систему мирового класса [1, 2, 5, 7, 9–11].

Среди магматических пород Малмыжской РМС выделяют три фазы становления интрузивных образований [2, 9]: 1-я фаза — кварцевые диориты порфиroidные, диориты порфиroidные, диоритовые порфириды, кварцевые диоритовые порфириды; 2-я фаза — гранодиорит-порфиры, гранодиориты, гидротермально-магматические и эруптивные брекчи; 3-я фаза — диоритовые порфириды (дайки, мелкие штоки).

Образования первой фазы пользуются преимущественным развитием в объеме РМС. Как правило, это крупные (0,5×3 до 4×7 км) интрузивные массивы (Боккинский, Свободненский и др., рис. 1), хорошо выраженные в магнитном поле положительными аномалиями высокой интенсивности [9].

Интрузивные образования второй фазы тесно ассоциируют с образованиями первой фазы, слагая достаточно крупные штокообразные тела, вытянутые в северо-восточном направлении, а также дайки и мелкие штоки неправильной формы (рис. 1). Контакты интрузивных образований второй фазы с породами первой фазы обычно четкие рвущие, без видимых проявлений гибризма пород. Но зачастую контакты «затушеваны» более поздними гидротермально-метасоматическими преобразованиями пород и процессами рудообразования [9].

Интрузивные образования третьей фазы имеют ограниченное развитие [9]. Представлены они главным образом дайками и мелкими штоками, вытянутыми в северо-восточном направлении (рис. 1).

Интрузивные породы и вмещающие их осадочные отложения (ороговикованные песчаники и алевролиты нижнего мела) в объеме РМС претерпели гидротермально-метасоматические преобразования: слабый калиевый метасоматоз, пропилитизацию, окварцевание, филлитизацию (рис. 1). Гидротермально-метасо-

матически измененные породы имеют широкое развитие, прослеживаясь через всю площадь рудного поля Малмыжского месторождения полосой северо-восточного простирания протяженностью 16–18 км, при ширине до 6–7 км (рис. 1). Размещение их контролируется Малмыжской зоной разломов и интрузивными образованиями 1-й и 2-й фаз [2, 9].

Выделяются следующие фации метасоматитов [2, 9]: существенно кварцевые; калиевые: биотитовые и калиевополевошпатовые; кварц-хлорит-серицитовые; серицит-кварц-пиритовые (филлизиты); пропилитовые.

Интенсивность гидротермально-метасоматических изменений различная. Как правило, они приурочены к экзо- и эндоконтактовым частям диоритовых и гранодиоритовых интрузий и малых штоков, имеют зональное строение (рис. 1 В). В их ядерных частях, сложенных преимущественно биотит-калиевошпатовыми, кварц-хлорит-серицитовыми и серицит-кварц-пиритовыми фациями метасоматитов, локализуется Au-Cu-порфировое оруденение (рис. 1 В).

Au-Cu-порфировое оруденение генетически связано с формированием порфировых центров (диоритовых, диорит-порфировых, кварц-диорит-порфировых штоков) и представлено в виде наложенных на метасоматиты изометричных, либо линейных минерализованных штокверков двух основных типов: магнетит-сульфидный (существенно медный) и кварц-сульфидный (золото-медный). Расположение большинства рудоносных тел (штокверков) и вмещающих их фаций метасоматитов контролируется разрывными нарушениями преимущественно северо-восточного простирания, реже северо-западного. В приповерхностной части рудоносных тел (залежей) за счет процессов окисления и выщелачивания руд повсеместно формируются интенсивные кварц-лимонитовые штокверки [2, 9].

Всего в рудном поле месторождения Малмыж выделено 4 крупных участка с промышленными параметрами оцененных запасов и ресурсов меди и золота (Центральный, Равнина, Долина и Свобода) (рис. 1 В) и ряд мелких участков (Северный, Западный, АБВ, Штокверк и др.), изученность которых пока (по материалам, опубликованным в статьях [2, 9] и на сайте IGC (2016 г.) соответствует поисковой и лишь частично, оценочной стадиям. Тип оруденения на всех участках один — золото-медно-порфировый, прожилково-вкрапленный и вкрапленный, реже гнездовый [2, 9].

Охарактеризованные выше интрузивные, гидротермально-метасоматические и рудные образования оконтурены только в пределах лицензионного участка (рис. 1). Природные условия (плохая обнаженность территории, наличие мощного чехла рыхлых четвертичных отложений и широкое развитие кор выветривания) не дают возможности точно оконтурить границы интрузивных тел и сопровождающих их метасоматических и рудных образований: восточней и юго-восточней лицензионного участка магматические

* Рудные залежи выявлены и оценены в контурах лицензионного участка ООО «Амур Минерал» (собственник Inter Geo Copper (IGC) в 2007–2015 гг. Материалы по результатам поисковых и оценочных работ ООО «Амур Минерал» опубликованы в статьях [2, 9] и на сайтах IGC в 2013–2016 гг.

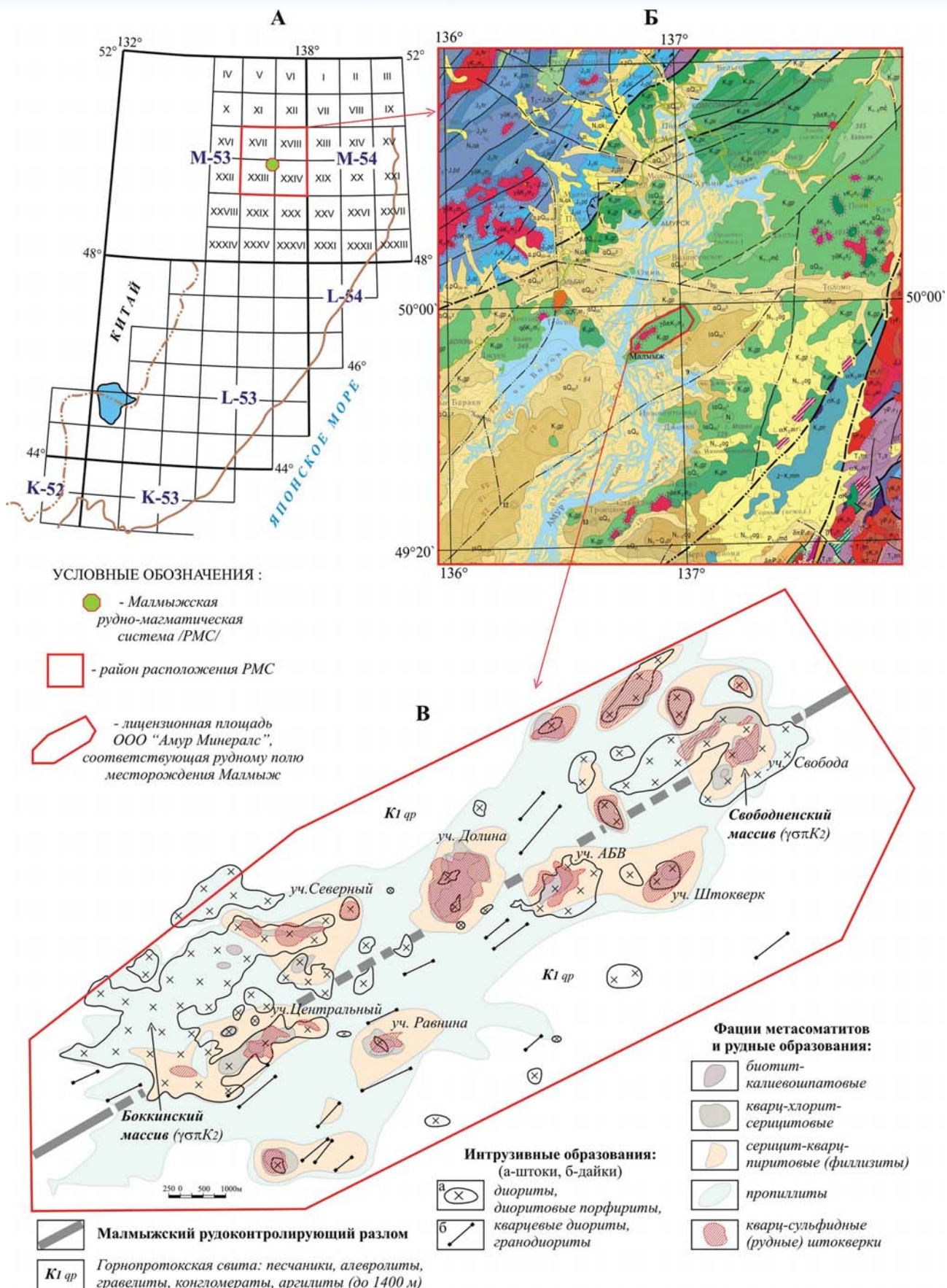


Рис. 1. Позиция Малмыжской Au-Cu-порфировой рудно-магматической системы (РМС) в геологических структурах нижнего Приамурья: **А** — схема расположения номенклатурных листов ГГК РФ; **Б** — фрагмент ГГК-1000 М-53 по [3]; **В** — схема расположения интрузивных и рудных образований в границах лицензионного участка недр ООО «Амур Минерал» (по материалам [9] и опубликованным на сайте: IG Copper (IGC), 2016 г.)

и рудные образования Малмыжской РМС перекрыты озерно-аллювиальными отложениями неоплейстоцена (Q_{III}); на западе, северо-западе и юго-западе они скрываются под аллювиальными отложениями и водным зеркалом р. Амур (рис. 1). Поэтому встает вопрос: а) о границах и глубине заложения Малмыжской РМС, б) модельных характеристиках РМС, отражающих ее важнейшие особенности и позволяющих распознавать ее на фоне анализируемого геологического и/или геофизического пространства, в) возможности использования полученных модельных характеристик в прогнозировании.

Для определения контуров интрузивных образований (диоритов, диоритовых порфиритов, кварцевых

диоритовых порфиритов, гранодиоритов) и тесно связанных с ними метасоматических и рудных образований, широко используют данные магнитной съемки [9]. По своим магнитным свойствам интрузивные породы Малмыжской РМС, как правило, резко отличаются от вмещающих их терригенных образований. Они хорошо обособляются на фоне слабомагнитных, существенно песчаниковых морских отложений мелового возраста положительными магнитными аномалиями [9]. Также по своим плотностным особенностям диоритовые массивы и штоки отчетливо обособляются повышенными значениями поля Δg на фоне относительно разуплотненных масс [1, 5, 6, 8, 10].

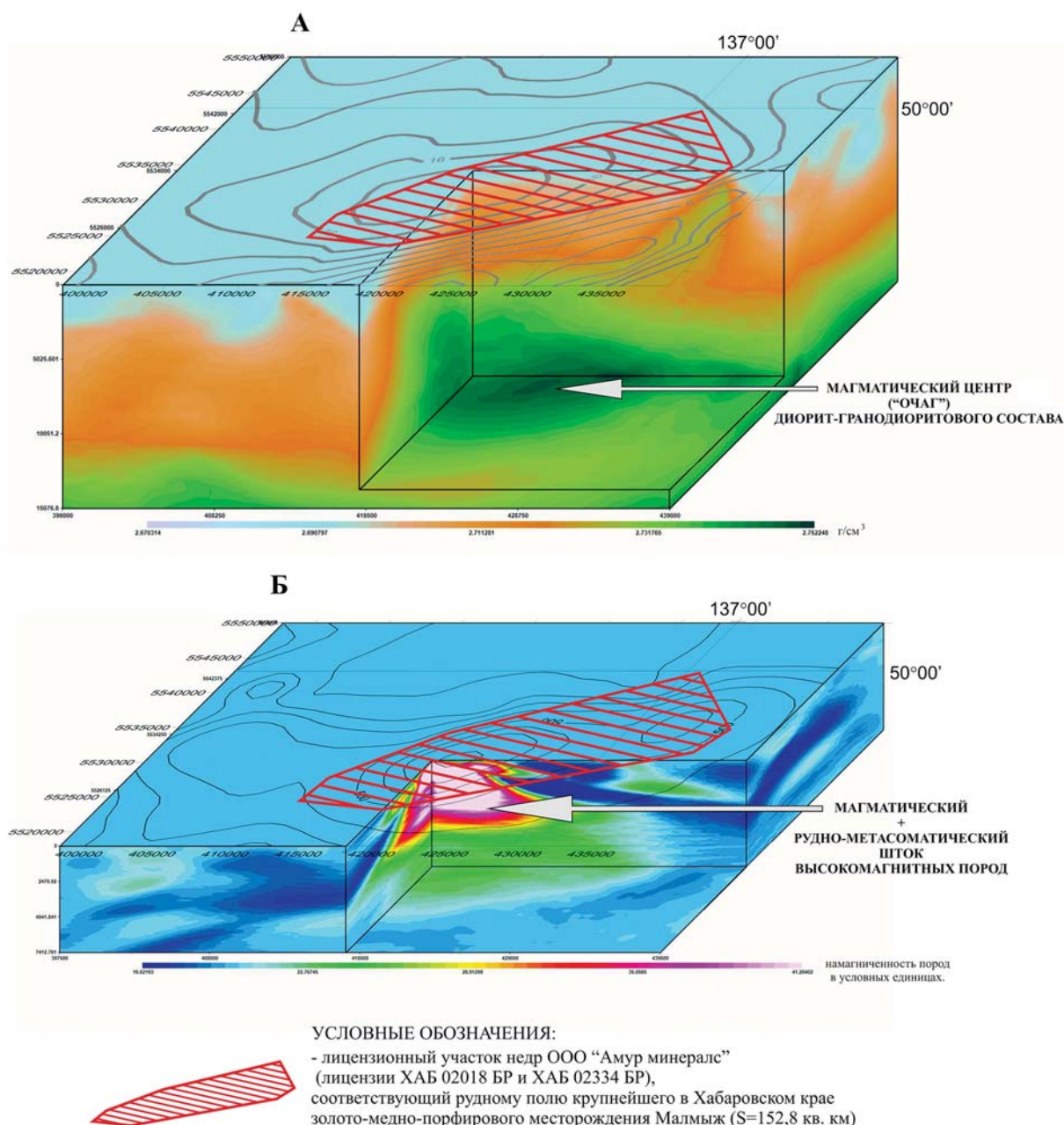


Рис. 2. Геофизическая модель Малмыжской рудно-магматической системы (РМС): **А** — схема распределения плотных (темно зеленое) и разуплотненных (бирюзовый цвет) масс в объеме верхней коры (до глубины ~ 10–15 км); **Б** — схема распределения высокомагнитных (красное, розовое), умеренно магнитных (зеленое) и слабомагнитных (темно синее) пород в объеме верхней коры (до глубины ~7,5 км)

Авторами по результатам компьютерной обработки информационных основ полей Δg и ΔT листов ГКК-200 М-53-ХVII, ХVIII, ХХIII, ХХIV по программе «Каскад 3D» была составлена трехмерная геофизическая модель геологического пространства недр, вмещающего в себя Малмыжскую Au-Cu-порфировую рудно-магматическую систему (рис. 2), а также проведен анализ геофизической модели с использованием опубликованных данных [1–11].

Анализ гравиметрической и магнитной составляющих геофизической модели Малмыжской РМС в совокупности с материалами, опубликованными в статьях [1–11] и на сайте IGC (2016 г.) показал:

1. В основании верхней коры РМС на глубинах ~7–15 км находится линза относительно плотных масс, интерпретируемая авторами статьи как мезоабиссальный магматический «очаг», предположительно диорит-гранодиоритового состава (рис. 2 А). В проекции данного магматического «очага» располагаются все выявленные в пределах лицензионного участка интрузивные массивы (Боккинский, Свободненский и др.) и сопровождающие их диоритовые штоки с сопутствующими фациями метасоматитов и рудными штокверками (рис. 1 В).

2. Апикальному выступу мезоабиссального магматического «очага» соответствуют Боккинский интрузивный массив, ряд мелких диоритовых штоков и рудных штокверков с промышленными параметрами оцененных запасов и ресурсов меди и золота (участки Центральный, Равнина, Долина). Апофизе плотных масс, отходящей от глубинного магматического «очага» к поверхности на северо-восток (рис. 2 А) — Свободненский интрузивный массив и участок Свобода, также с промышленными рудами (рис. 1 В).

3. Выделенному по результатам обработки информации цифровой основы поля ΔT ареалу высокомагнитных пород (рис. 2 Б) соответствуют крупнообъемные по запасам и ресурсам меди и золота участки Центральный, Равнина, Долина (рис. 1 В). Данный ареал высокомагнитных пород располагается в надапикальной приповерхностной зоне магматического «очага» диорит-гранодиоритового состава (рис. 2). Он охватывает центральную часть и северо-восточную периферию Боккинского интрузивного массива с рудными участками Центральный, Северный, Долина и Равнина (рис. 1 В).

4. Глубинным частям магматического «очага» и его периферийным зонам соответствуют умеренно магнитные породы (рис. 2 Б) и, в частности, рудный участок Свобода (рис. 1 В).

5. Перспективы выявления штокверковых залежей с промышленными параметрами Au-Cu-порфировых руд в рамках лицензионного участка ООО «Амур Минерал» (рис. 1 В), по мнению авторов, ограничиваются выявленным глубинным диоритовым центром (мезоабиссальным магматическим «очагом») и пространственно сближенными с ним ареалами высоко- и умеренно магнитных пород (рис. 2).

Геолого-геофизическая характеристика недр и перспективы выявления Au-Cu-порфирового оруденения на территории листа М-54-XXXI. В геологическом строении территории листа М-54-XXXI принимают участие в различной степени дислоцированные и метаморфизованные терригенно-осадочные, эффузивно-пирокластические и интрузивные образования мелового и палеогенового возраста, которые местами перекрыты четвертичными базальтами и рыхлыми аллювиальными отложениями (рис. 3 А). Структура нижнемеловых терригенно-осадочных образований представлена серией линейных складок северо-восточного простирания. Этому же направлению подчинена и ориентировка интрузий гранитов нижнего и верхнего мела (Сандинский массив и др., рис. 3 А). Терригенно-осадочные образования нижнего мела несогласно перекрыты верхнемеловыми и палеогеновыми покровами эффузивов и пирокластических пород, прорванных интрузивными образованиями верхнего мела и палеогена (рис. 3 А). Интрузивные образования занимают примерно пятую часть территории листа (рис. 3 А). Они принадлежат к двум возрастным комплексам: 1) высокоглиноземистые (I-S типы) граниты нижнего и верхнего мела (Сандинский массив и др.); 2) малые интрузии палеогенового возраста, преимущественно среднего и кислого составов (рис. 3 А).

С интрузивными и эффузивно-пирокластическими образованиями мелового и палеогенового возраста пространственно и генетически связаны многочисленные проявления и пункты минерализации меди, вольфрама, олова, золота, полиметаллов, объединенные в каталоге ВСЕГЕИ по перспективным площадям Северного Сихотэ-Алиня в Верхнесамаргино-Коппинский потенциально рудный район (ППР) с тремя перспективными (потенциальными) рудными узлами (ПРУ) [4]: 1 — Бюленей-Талеучинский (Cu, Au); 2 — Верхнедагинский (Cu, Au, Ag); 3 — Верхнеботчинский (W, Mo, Au, Ag, Pb, Zn) (рис. 3 А).

Бюленей-Талеучинский ПРУ расположен в северо-восточной периферии Верхнесамаргино-Коппинского ППР, в экзо- и эндоконтактовых частях Сандинского гранитоидного массива (K_{1-2}) и сопровождающих его малых интрузий ($K_2 - P_{1-2}$) (рис. 3 А). Площадь ПРУ (~ 340 км²) сложена преимущественно терригенными отложениями нижнего мела, позднемеловыми вулканитами кислого и среднего составов (рис. 3 А). Терригенные отложения и вулканиты прорваны гранитоидами верхнего мела и палеогена (рис. 3 А). На площади ПРУ выявлены проявления меди (Ночное), молибдена, золота (Талеучинское), пункты минерализации золота и олова (рис. 3 А). На проявлении меди Ночное выявлены две рудоносные зоны серицит-кварцевых метасоматитов с прожилково-вкрапленными рудами — Северная и Южная общей длиной 2650 м и мощностью от 2 до 290 м, в которых вскрыты шесть рудных тел мощностью 1,4–8,2 м [4]. Руды бедные (0,1–0,3 %) с интервалами рядовых (0,3–1 %) и одним интервалом (2 м) богатых с содержанием меди 2,2 %. Относительно невысокие содержания меди в рудах с поверхности

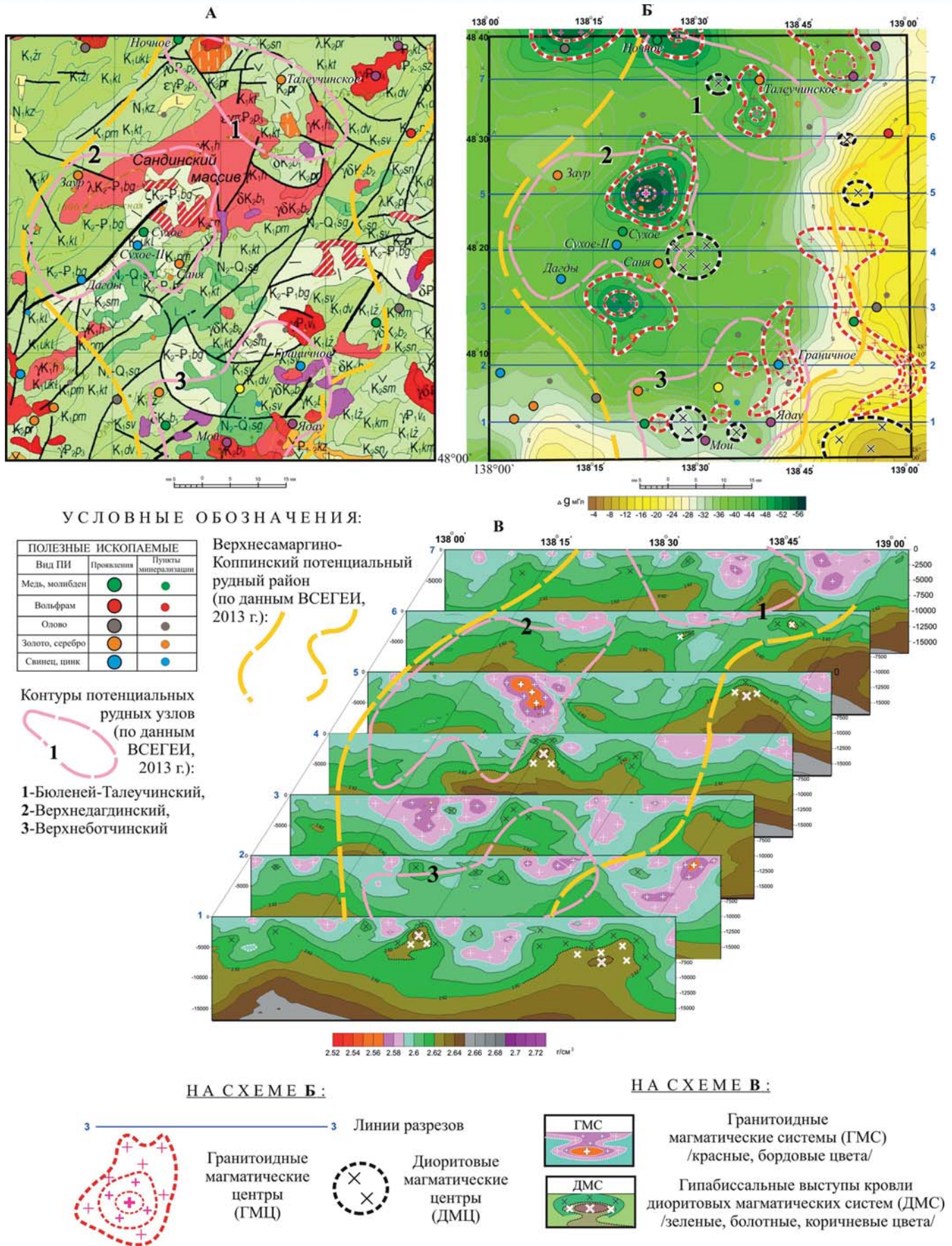


Рис. 3. Схема распределения плотных и разуплотненных масс в объеме верхней части земной коры (до глубины ~ 10–15 км) на территории листа М-54-XXXI: А — геолого-минералогическая карта по [4]; Б — гравиметрическая карта с центрами гранитоидных и диоритовых магматических систем; В — плотностные разрезы верхней части земной коры

(0,25–0,41 %) имеют тенденцию некоторого увеличения с глубиной [4]. По своим характеристикам медное оруденение Ночное более всего сходно с медно-порфировым геолого-промышленным типом (ГПТ) [4].

Рудопоявление коренного золота Талеучинское выявлено при проведении ГС-50 в 1966 г. [4]. Оно расположено в поле кислых вулканитов верхнего мела (рис. 3 А). Здесь, из-под покрова меловых вулканитов обнажены нижнемеловые песчаники. В штучной пробе песчаников с прожилками молочно-белого кварца установлено присутствие золота — 5 г/т; а также шлиховым опробованием установлены единичные знаки золота в шлихах из аллювия ручьев Мохового, Бол. Боленку и р. Санда [4].

Верхнедагдинский ПРУ расположен в юго-западных экзо- и эндоконтактных частях Сандинского гранитоидного массива (рис. 3 А). Площадь узла (~ 620 км²) сложена терригенными отложениями нижнего мела и вулканитами кислого состава (K_2-P_1), частично перекрытыми неоген-четвертичными базальтоидами (рис. 3 А). В пределах узла выявлено перспективное проявление меди Сухое, два проявления (верховье рек Второй Заур и Саня) и шесть пунктов минерализации золота, два проявления свинца и цинка (Сухое-II и р. Дагда) (рис. 3 А).

Медное оруденение Сухое приурочено к нескольким сильно минерализованным штокам лейкократовых гранитов (P_{1-2}), а также вмещающим терригенным породам (K_1) и контролируется серией разрывных нарушений северо-восточного простирания. Для штоков характерны повышенная трещиноватость, милонитизация, зоны дробления и брекчирования. Минерализованные штоки и вмещающие породы интенсивно окварцованы и пропилитизированы с прожилково-вкрапленным оруденением. Выявлены десятки рудных зон мощностью 10–20 м с рудными телами мощностью 2–6 м, в которых присутствуют халькопирит, молибденит, галенит, сфалерит, пирит, в зоне окисления — вторичные минералы меди и висмута. Руды по минеральному типу в основном халькопиритовые и халькопирит-пиритовые, прожилково-вкрапленные. Содержание меди колеблется от 0,01 до 1,13 %, молибдена — 0,01–0,37 % (А.В. Олейников, С.Р. Коваленко ГСЭ ПГО «Приморгеология», 1984). По своим характеристикам медное оруденение Сухое более всего сходно с *малмыжским* медно-порфировым ГПТ [4, 10]. Прогнозные ресурсы меди проявления (Сухое) кат. P_2 оценены в 1275 тыс. т (при среднем содержании меди 0,3 %) (А.В. Олейников, С.Р. Коваленко ГСЭ ПГО «Приморгеология», 1984).

Золотая минерализация жильно-прожилкового типа (верховье рек Второй Заур и Саня) локализована преимущественно в зонах дробления и милонитизации в нижнемеловых терригенных отложениях, реже в вулканитах верхнего мела-палеогена. Рудовмещающей формацией для золотого оруденения является терригенная (K_1), рудогенерирующей — диорит-гранитовая ($\gamma\delta K_2b$). Рудные формации — золоторудная кварцевая и золоторудная сульфидная. Содержание золота — до

2,8 г/т в проявлениях и 0,1–0,8 г/т в пунктах минерализации (А.В. Олейников, С.Р. Коваленко ГСЭ ПГО «Приморгеология», 1984).

Верхнеботчинский ПРУ площадью ~ 450 км² выделен [4] в южной части Верхнесамаргино-Коппинского ПРП (рис. 3 А). В пределах узла выявлено два комплексных вольфрам-молибденовых проявления (Ядау и Мои), по одному проявлению золота, серебра и меди, одно проявление и два пункта минерализации свинца и цинка, по одному пункту минерализации вольфрама и олова (рис. 3 А). Узел сложен нижнемеловыми терригенными отложениями и вулканитами кислого состава (K_2-P_1). Образования фундамента и вулканиты прорваны многочисленными интрузиями верхнего мела-палеогена. В южной части узла все более древние образования перекрыты покровами базальтоидов неоген-четвертичного возраста (рис. 3 А).

Рудовмещающими формациями для молибденового и вольфрамового оруденения являются терригенная (K_1) и лейкогранит-гранитовая (γK_2b_3) (рис. 3 А). Рудные формации: вольфрамит-кварцевая и молибденовая — грейзеновые, молибденит-кварцевая — жильная. Молибденовое оруденение совместно с вольфрамовым размещается в экзоконтакте либо в эндоконтакте массива гранитов баппинского комплекса (γK_2b_3) и локализовано в зонах грейзенизированных и пропилитизированных пород [4]. Рудные минералы: молибденит, вольфрамит, олово, медь. В грейзенах содержание молибдена колеблется от тысячных долей процента до 0,1 %, а максимальное содержание вольфрама — 0,1–0,3 %, в пропилитах установлено 0,01–0,2 % молибдена и вольфрама (проявление Ядау). В позднемеловых гранитах баппинского комплекса (γK_2b_3) выявлен штокверк с кварц-сульфидными и кварц-флюоритовыми прожилками с содержанием молибдена и вольфрама в среднем 0,15–0,16 % (проявление Мои). Суммарные прогнозные ресурсы кат. P_2 по двум проявлениям составляют 530 тыс. т молибдена и 275 тыс. т вольфрама [4].

В песчаниках и алевролитах нижнего мела, прорванных гранитоидами баппинского комплекса ($\gamma\delta K_2b_2$) также установлены три зоны кварц-турмалин-сульфидного состава с кварц-сульфидными жилами мощностью до 0,9 м. Содержание свинца в них составляет 12,2 %, цинка — 4,42 %, меди — до 0,4 % (проявление Граничное, рис. 3 А). Рудная формация медно-свинцово-цинковая. Прогнозные ресурсы проявления кат. P_2 в сумме составляют 225 тыс. т свинца и цинка (из них 174 тыс. т свинца и 51 тыс. т цинка) [4].

ВСЕГЕИ рекомендует провести в контурах вышеуказанных ПРУ и соответствующих им РМС крупномасштабные прогнозно-минерагенические работы с целью уточнения перспектив выявления штокверковых месторождений Au-Cu-порфирового типа [4].

Для тех же целей прогнозирования Au-Cu-порфировых систем, по результатам компьютерной обработки информационных основ полей Δg и ΔT листа М-54-XXXI по программе «Каскад 3D» были получены уникальные сведения, касающиеся плотностной

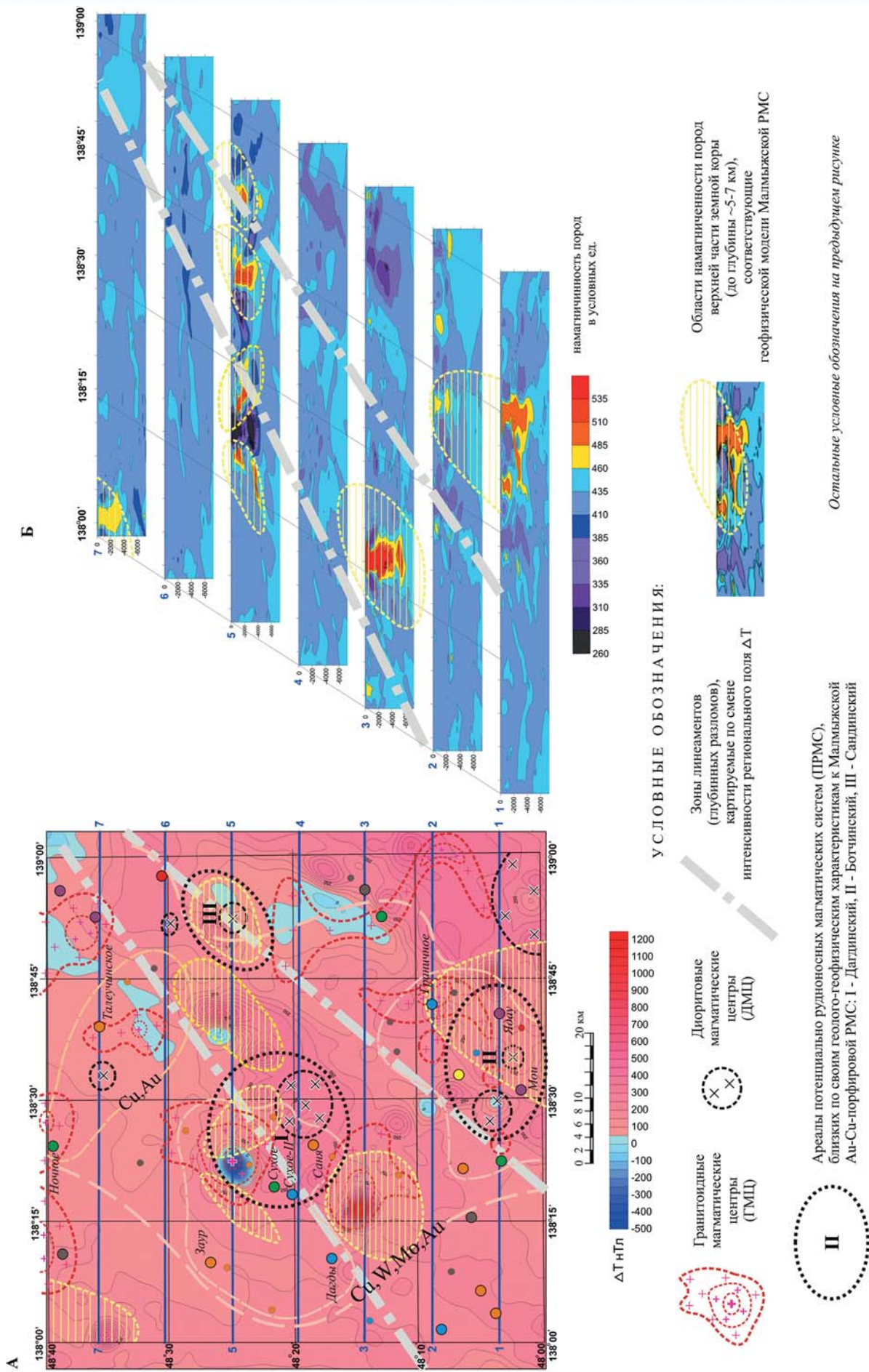


Рис. 4. Прогнозно-минерогеническая схема территории листа М-54-XXXXI: А — карта поля ΔT и потенциально рудоносных магматических систем (ПРМС); **Б** — характер распределения в объеме верхней коры (до глубины ~7,5 км) высоко- и слабомагнитных пород

инфраструктуры недр территории данного листа (рис. 3 Б, В), а также характера распределения в объеме верхней коры (до глубины ~7,5 км) высоко- и слабомагнитных пород (рис. 4).

Используя геолого-геофизическую модель Малмыжской РМС как эталон поискового объекта Au-Cu-порфирового типа (рис. 2), полученные сведения по листу М-54-XXXI — как необходимую информацию для прогноза Au-Cu-порфировых систем, в пределах листа М-54-XXXI были оконтурены ареалы развития рудно-магматических систем (РМС), близких по своим геолого-геофизическим характеристикам к *Малмыжской* РМС (рис. 4).

Мотивацией для обособления Au-Cu-порфирового оруденения в качестве ведущего ГПТ на территории листа ГГК-200 М-54-XXXI послужили следующие факты:

1. Металлоносная территория листа М-54-XXXI располагается в западной периферии Восточно-Сихотэ-Алинского вулканоплутонического пояса (ВСАВП), входящего в структуру Тихоокеанского глобального металлогенического пояса (ТГМП), в пределах которого известны крупнейшие Cu (Au) — и Mo-Cu (Au)-порфировые месторождения мирового класса (юго-запад США, Канады, Южной Америки [1, 2, 5, 7, 8, 11]).

2. Наличие на территории листа М-54-XXXI диоритовых и гранодиоритовых магматических центров штоков (рис. 3 Б, В), что характерно для диоритовой и гранодиоритовой Cu (Au)-порфировой и Mo (Au)-Cu-порфировой РМС [1, 2, 5, 7, 8, 11], в т.ч. Малмыжской РМС (рис. 2).

3. Достаточно четко проявленная на территории листа М-54-XXXI геохимическая зональность оруденения — Cu (Mo) — Cu (Au) — Zn, Pb — (Au, Ag) — относительно выделенных гранитоидных и диоритовых магматических центров (рис. 3 Б, В; рис. 4).

4. Типичный набор зональных метасоматических изменений — *калиевые, кварц-серцитовые, феллизитизация (аргиллизация) и пропилитизация* — на выявленных в пределах листа М-54-XXXI проявлениях меди, молибдена и золота, что характерно для золото-медно-порфировых систем с промышленным оруденением [1, 2, 5, 7, 8, 9, 11].

Наиболее перспективными для выявления месторождений Au-Cu-порфировых руд в пределах листа М-54-XXXI (с учетом выявленной инфраструктуры недр) (рис. 3, 4) представляются Верхнедагдинский и Верхнеботчинский ареалы развития РМС (рис. 3, 4). Их ресурсно-сырьевой потенциал по ряду геолого-геофизических признаков достаточно высок [4, 10]. Данные ареалы РМС могут вмещать в себя крупнообъемные штокверковые Cu (Au) — и/или Mo-Cu (Au)-порфировые месторождения, высоко востребованные сегодня в Северо-Сихотэ-Алинском регионе [9, 10].

Реализация представленных авторских прогнозов требует более детальной проработки геолого-геофизического материала по перспективным площадям листа М-54-XXXI, а также выбора оптимального комплекса поисковых методов. Данные исследования намечены

в рамках тематических и опытно-методических работ ФГБУ «ВИМС», связанных с геологическим изучением недр, воспроизводством минерально-сырьевой базы и мониторингом недропользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршамов, Я.К. Геолого-генетические особенности медно-порфировых месторождений / Я.К. Аршамов, Р.Т. Баратов // Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, 2010 (электронная публикация <http://portal.kazntu.kz/files/publicate>).
2. Буханова, Д.С. Типоморфные характеристики меднопорфирового оруденения / Д.С. Буханова / Исследования в области наук о Земле: Матер. 10-й Региональной молодежной науч. конф. — Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 28–29 ноября 2012. — С. 5–12.
3. ГГК РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист М-53 — Хабаровск. Объяснительная записка / Ред. А.Ф. Васкин. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. — 376 с. + 3 вкл.
4. ГГК РФ. Масштаб 1:1000 000 (третье поколение). Серия Александровск-Сахалинский. Лист М-54 — Санкт-Петербург. Объяснительная записка / Отв. исп. В.Н. Зелепугин, В.А. Дымович, С.В. Евсеев. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. — 565 с.
5. Дьяконов, В.В. Фанерозойские палеовулканические сооружения и рудная минерализация медно-молибден-порфирового типа: Автореф. дис... д. геол.-минер. наук. — М., 2011. 50 с.
6. Кривцов, А.И. Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфировых месторождений / А.И. Кривцов. — М.: Недра, 1983. — 256 с.
7. Малышев, Ю.Ф. Глубинное строение и перспективы поисков крупных и сверхкрупных рудных месторождений на Дальнем Востоке / Ю.Ф. Малышев, М.В. Горошко, С.М. Родионов, Н.П. Романовский / Крупные и сверхкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. — М.: ИГЕМ РАН, 2005. — С. 423–430.
8. Павлова, И.Г. Медно-порфировые месторождения. (Закономерности размещения и критерии прогнозирования) / И.Г. Павлова — Л.: «Недра», 1978. — 275 с.
9. Читалин, А.Ф. Малмыж — новая крупная золото-медно-порфировая система мирового класса на Сихотэ-Алине / А.Ф. Читалин, А.А. Ефимов, К.И. Воскресенский, Е.К. Игнатьев, А.Г. Колесников // Минеральные ресурсы России. — 2013. — № 3. — С. 65–69.
10. Шашорин, Б.Н. Геологическое строение и ресурсно-сырьевой потенциал металлоносных территорий Северного Сихотэ-Алиня / Б.Н. Шашорин, В.В. Руднев, А.И. Макаров, Д.Е. Выдрич // Разведка и охрана недр. — 2017. — № 7. — С. 17–27.
11. Sillitoe, R.H. Porphyry Copper Systems, Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology. — 2010. -v. 105. — p. 3–41.

© Коллектив авторов, 2018

Шашорин Борис Николаевич // shashorin.boris@yadex.ru
Макаров Александр Иванович // vims@df.ru
Руднев Владимир Васильевич // vims-rudnev@mail.ru
Выдрич Денис Евгеньевич // devrich@mail.ru

УДК 550.84

Гресов А.И., Яцук А.В., Сырбу Н.С. (ФГБУ «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева» ДВО РАН (ТОИ ДВО РАН))

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗОНОСНОСТИ ЛИПОВЕЦКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАЗДОЛЬНЕНСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Приведены данные исследований газоносности Липовецкого каменноугольного месторождения Раздольненского осадочного бассейна. Определен состав и генезис природных газов, газовая зональность и газоносность угольных пластов и вмещающих пород. Установлены геологические