

Пространственная связь металлогении с глубинными структурами Таймыра

Галямов А.Л., Волков А.В., Мурашов К.Ю.

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, alg@igem.ru

Аннотация. В размещении разных рудноформационных типов проявлений золота и цветных металлов Таймыра отчетливо проявлена зональность, с вмещающими формациями, геодинамическими обстановками их образования в тесной связи с особенностями глубинного строения земной коры.

Ключевые слова: Таймыр, золото, свинец, цинк, месторождение, геофизические поля, модель Земной коры.

Spatial relation of metallogeny to Taimyr deep structures

Galyamov A.L., Volkov A.V., Murashov K.Yu.

Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS, Moscow, alg@igem.ru

Abstract. In the distribution of different gold and base metal ore types in Taimyr, the zonation is clearly outlined, with the host rocks and geodynamic conditions of their formation closely connected with the deep structure of the Earth's crust.

Keywords: Taimyr, gold, lead, zinc, deposit, geophysical features, Earth's crust model.

Введение

На Таймырском полуострове выделено три тектонических зоны [Верниковский, 1996] с различной металлогенией [Проскурнин и др., 2015].

Северо-Таймырская зона сложена метаморфизованными, сильно дислоцированными породами нижнего и верхнего докембрия и отчасти кембрия, а также разновозрастными гранитоидами (рис. 1). Здесь выявлены многочисленные золоторудные проявления в ареалах развития малых гранитоидных интрузий Центрально-Арктического медно-порфинового пояса (ЦАП). В этой зоне также известен Трехсестерский полиметаллический узел.

Центрально-Таймырская зона с дорифейскими и рифейскими карбонатными, вулканогенными и интрузивными образованиями, перекрытыми чехлом палеозойского возраста.

Южно-Таймырская (Бырангская) зона с деформированными верхнепротерозойскими комплексами, вендскими доломитами, перекрытыми глинисто-карбонатными отложениями кембрия. В ее пределах выделены два рудных района – Таймыроозерский и Подкаменно-Кульдимский (рис. 1). Особое внимание в этой зоне привлекают Pb-Zn месторождения и многочисленные рудопроявления Таймыроозерского района – Суровое, Гора геологов, Партизанское, залегающие в пермских глинистых комплексах.

Для выяснения закономерностей размещения месторождений различных формационных типов использовалась современная глобальная модель глубинного строения земной коры, созданная на основе данных проекта GOCE, модели глубины поверхности Мохо, модель CRUST1.0 [Bassin et al., 2000; Vouman et al., 2015], модель плотности и термального режима верхней мантии [Cammarano et al., 2017]. Типы коры определяются в зависимости от возраста фундамента или тектонических условий, а остальные элементы осадочных слоев в основном соответствует модели [Laske et al., 1997].

Металлогения и глубинное строение земной коры

Северо-Таймырская зона располагается над областями повышенного температурного режима кровли верхней мантии в региональных аномалиях положительных значений гравитационного и магнитного полей, которые отражают положение базитовых и ультрабазитовых плутонов. Металлогения ЦАП с юго-запада на северо-восток меняется с Cu- на Mo-порфиновый тип [Проскурнин

и др., 2021], и эта смена происходит в направлении увеличения температуры глубинных частей верхней мантии (рис. 2Г). В этом же направлении отмечается омоложение возраста интрузий, обусловивших развитие рудообразующих систем ЦАП: от 340–330 (умеренно-щелочных гранит-порфировые) до 240–230 млн. лет (сиенит-граносиенит-порфировые интрузии) [Проскурнин и др., 2021].

На восточном фланге ЦАП выделен Трехсестерский потенциальный рудный узел (рис. 1), где вскрыты перспективные проявления (в т. ч. проявление Незабудка) вкрапленных, прожилковых, гнездовых и массивных колчеданно-полиметаллических руд в брекчированных карбонатных породах верхнего рифея, а также в листовенит-березитах по терригенным и вулканогенно-осадочным образованиям [Качурина и др., 2013].

В Южно-Таймырской зоне размещаются, в основном, медные, медно-никелевые, полиметаллические, ртутные и флюорит-баритовые проявления, приуроченные к областям отрицательных значений гравитационного и магнитного полей, и здесь также в северо-восточном направлении от-

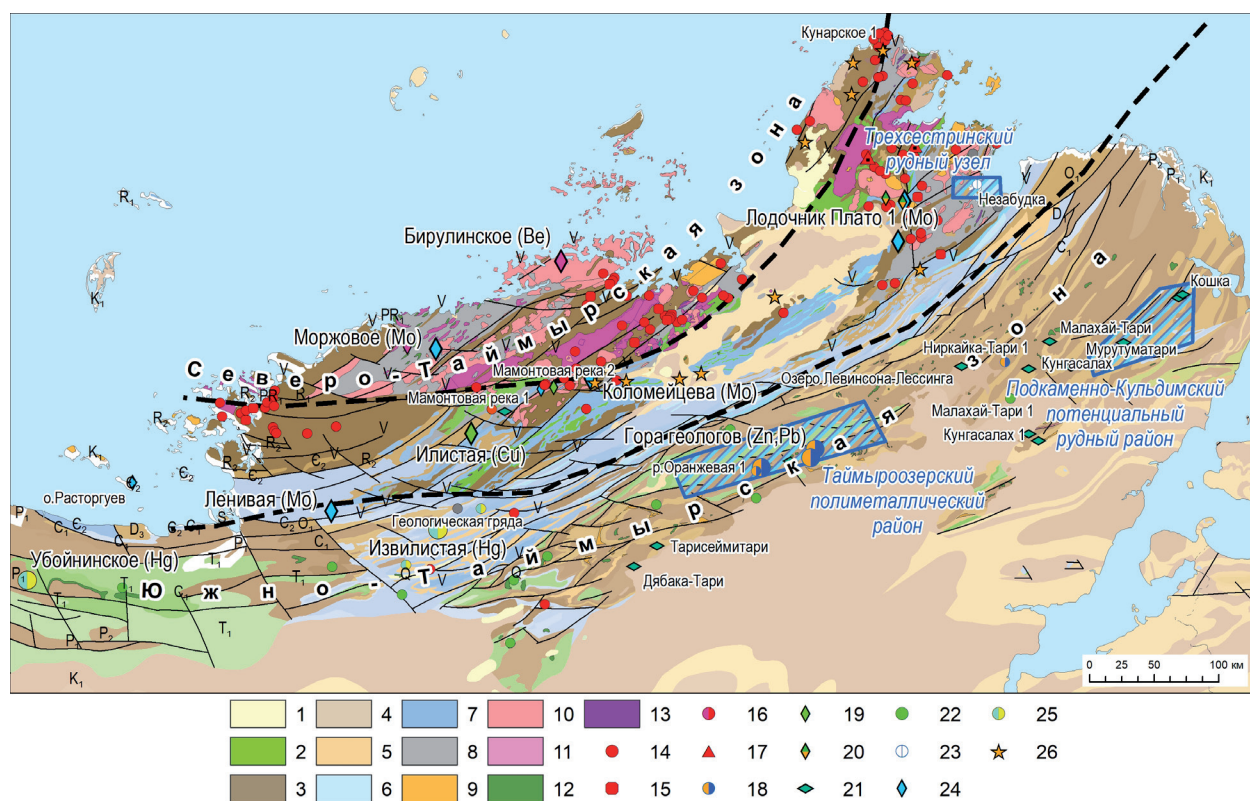


Рис. 1. Размещение проявлений золота и цветных металлов в формационных комплексах полуострова Таймыр. 1-8 – Стратифицированные формации: 1 – комплексы чехла, 2 – вулканогенные, 3 – песчаники, 4 – глинистые, 5 – карбонатно-терригенные, 6 – терригенно-карбонатные, 7 – карбонатные, 8 – метаморфические; 9-13 – магматические формации: 9 – субщелочные, 10 – граниты, 11 – диориты, 12 – базиты, 13 – ультрабазиты; 14-26 – Рудные формации: 14 – золото-кварцевая жильная, 15 – золото-сульфидно-кварцевая (жил и минерализованных зон), 16 – золото-редкометаллическая в минерализованных зонах, 17 – золоторудная нерасчлененная, 18 – серебро-полиметаллическая, 19 – медно-молибден-порфировая, 20 – медно-молибден-порфировая золотосодержащая, 21 – медно-никелевая платиноносная, 22 – медная нерасчлененная, 23 – свинцово-цинковая жильная в разнообразных породах, 24 – вольфрам-молибденовая грейзеновая, 25 – сурьмяно-ртутная эпиптермальная, 26 – россыпи золота.

Fig. 1. Position of gold and base metals in geological formations of the Taimyr Peninsula. 1-8 – stratified formations: 1 – cover complexes, 2 – volcanogenic, 3 – sandstones, 4 – clays, 5 – carbonate-terrigenous, 6 – terrigenous-carbonate, 7 – carbonate, 8 – metamorphic; 9-13 – igneous formations: 9 – subalkaline, 10 – granites, 11 – diorites, 12 – mafic, 13 – ultramafic; 14-26 – Ore type: 14 – gold-quartz vein, 15 – gold-sulfide-quartz (veins and mineralized zones), 16 – gold-rare metal in mineralized zones, 17 – unexplored gold ore, 18 – silver-polymetallic, 19 – copper-molybdenum-porphyry, 20 – copper-molybdenum-porphyry gold-bearing, 21 – copper-nickel platinum-bearing, 22 – unexplored copper, 23 – lead-zinc vein in various rocks, 24 – tungsten-molybdenum greisen, 25 – antimony-mercury epithermal, 26 – gold placers.

мечается тенденция зонального размещения рудных формаций – от низкотемпературных до магматогенных. На западе зоны руды Убойнинского месторождения представлены кварц-реальгаровыми штокверками и реальгар-кальцитовыми жилами сурьмяно-ртутно-мышьякового типа в брекчированных известняках.

В центральной части Южно-Таймырской зоны в пределах Таймыроозерского района и его окрестностей распространены типы руд: медно-никелевый, медный жильный, свинцово-цинковый в породах различного состава. Свинцово-цинковое оруденение представлено кварцево-карбонатными жилами, жильными штокверковыми зонами и зонами брекчий в среднекаменноугольно-пермских терригенных толщах, туфах верхней перми и нижнего триаса.

На востоке зоны, в пределах Подкаменно-Кульдимского рудного района установлены медные руды, тесно связанные с никелевой минерализацией. Золоторудная скарновая формация сопровождается рудами золоторудной полиметаллической березитовой (лиственитовой), полиметаллической колчеданной свинцово-цинковой, свинцово-цинковой жильной, барит-свинцово-цинковой, целестин-баритовой формаций [Проскурнин и др., 2013].

Большинство проявлений цветных (Cu, Hg, Pb-Zn, Cu-Ni) металлов здесь приурочены к областям с увеличенной мощностью консолидированной коры (рис. 2 А), в частности в зонах утолщения «базальтового слоя», в участках повышенной изменчивости его толщины (рис. 2 В), что может быть связано с развитием глубинных коро-мантийных разломов и магматизма. Примером такой пространственной связи металлогении и строения земной коры может служить Хингано-Охотский оловорудный пояс, где рудные проявления сосредоточены преимущественно в высоко-градиентных областях кровли нижнего «базальтового» слоя земной коры [Карсаков и др., 2000; Романовский и др., 2001]. Кроме того, изменчивость коры подчеркивает различного рода межблоковые участки в зонально-блоковой структуре земной коры и фланги астеносферных поднятий.

Карбонатитовые массивы, сопровождающиеся Pb-Zn рудами, в пределах Подкаменно-Кульдимского рудного района [Силаев и др., 2015] размещаются над областями изменчивости толщи-

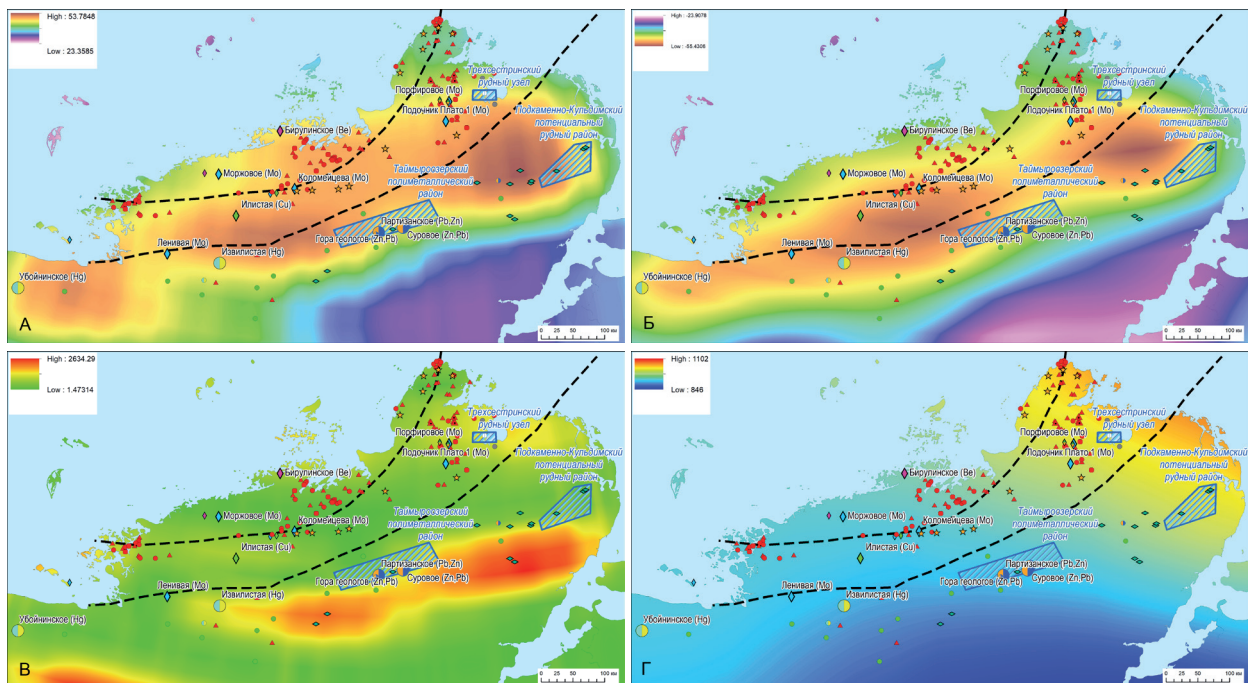


Рис. 2. Пространственные соотношения проявлений золота и цветных металлов и глубинного строения земной коры на полуострове Таймыр.

А – мощность консолидированной коры (км), Б – поверхность Мохо (км), В – изменчивость мощности консолидированной коры (в 0.0x %), Г – термальний режим верхней мантии (глубина 60-100 км).

Fig. 2. Spatial correlations of gold and base metal ores and the deep structure of the Earth's crust on the Taimyr Peninsula. A – thickness of the consolidated crust (km), B – Moho surface (km), C – variability of the thickness of the consolidated crust (in 0.0x %), D – thermal regime of the upper mantle (depth 100 km).

ны консолидированной коры и повышенных температур глубинных частей верхней мантии (рис. 2 А, Г). Карбонатитовый магматизм по соотношению LREE и HREE, а также по характеру европиевой аномалии, скорее всего, связан с мантией [Проскурнин и др., 2021], а гидротермальные флюиды, отлагавшие полиметаллическую минерализацию, по изотопным данным, могут быть производными гранитоидных и/или карбонатитовых магм. Отметим, что собственно свинцово-цинковая минерализация, связанная с карбонатитами и их флюидизатами, по индикаторным соотношениям Eu/Sm (< 1), формировались в условиях верхней коры [Винокуров, 1996].

Заключение

Таким образом, зональная металлогения отчетливо связана с глубинным строением Таймыра. В Северо-Таймырской зоне, кроме порфировой минерализации в ЦАП, отмечается зональное размещение ранней медно-цинковой минерализации и поздних золото-полиметаллических и золото-баритовых руд. Отметим, что смена различных типов руд сопровождается совмещением их ареалов.

Формирование рудных месторождений, связанных с магматизмом и гидротермальными флюидами, происходило в обстановках совмещения внутрикоровых и мантийных рудно-магматических систем (РМС). РМС различаются глубиной заложения систем, уровнем их флюидной активизации и формирования оруденения [Гамянин и др., 2006]. Продуктивность РМС, вероятно, связана с повышенной мощностью литосферы и составом надастеносферных флюидов, определяющих метасоматическую зональность мантии, состав базитовых магм и их изменение при внедрении в верхние слои земной коры. Практически все крупные и уникальные магматические месторождения, связанные с базитовыми магмами, сопряжены или с ассимиляцией карбонатных и соленосных отложений, или с воздействием на расплавы коровых метаморфизованных флюидов [Шарапов и др., 2009].

Для медно-молибденового рудообразования весьма характерно пространственное совмещение базитового субстрата, кремнeshелочных флюидов и метамагматического порфирудообразования в промежуточных очагах на разных вертикальных уровнях [Абрахманов и др., 2006].

Металлогения золота и серебра связана с континентальными вулканоплутоническими ассоциациями, которые сопровождаются малыми интрузиями и дайками пестрого состава. Для вулканогенных РМС свойственно совмещение разных типов оруденения и формирование полиформационных месторождений [Гамянин и др., 2006].

Работа выполнена в рамках темы Госзадания ИГЕМ РАН.

Литература

1. Абдрахманов К.А., Арыстанов А, Абдрахманов М.К, Шарапатов А. Корово-мантийное рудообразование и его геодинамическая специфика // Актуальные проблемы рудообразования и металлогении. Новосибирск. Изд-во: Академическое издательство «Гео». 2006. С. 5–6.
2. Верниковский В.А. Геодинамическая эволюция Таймырской складчатой области. Новосибирск. Изд-во: СО РАН, НИЦ ОИГГМ. 1996. 201 с.
3. Гамянин Г.Н., Горячев Н.А., Савва Н.Е. Рудно-магматические системы месторождений золота и серебра Северо-Востока Азии // Актуальные проблемы рудообразования и металлогении. Новосибирск. Изд-во: Академическое издательство «Гео». 2006. С. 54–56.
4. Качурина Н.В. Макарьев А.А., Макарьева Е.М. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации (третье поколение). Серии Северо-КарскоБаренцевоморская и Таймырско-Североземельская, масштаб 1:1 000 000, лист Т-45-48 м. Челюскин. Объясн. записка. СПб. Изд-во: ВСЕГЕИ. 2013. 568 с.
5. Карсаков Л.П., Малышев Ю.Ф., Беспалов В.Я., Гагаев В.Н., Родионов С.М., Романовский Н.П., Троян В.Б., Гу Фэн, Дуан Жуйянь, Чжао Чуньцин, Лу Цзаосунь. Глубинное строение и металлогения золота и олова юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая (сравнительный анализ) // Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века. СПб. Изд-во: ВСЕГЕИ. 2000. С. 114–115.
6. Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Межубовский В.В., Трофимов В.Р. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Таймырско-Североземельская. Лист S-49 – Хатангский залив. Объяснительная записка. СПб. Изд-во: ВСЕГЕИ. 2013. 275 с.

7. Проскурнин В.Ф., Петров О.В., Романов А.П., Курбатов И.И., Гавриш А.В., Проскурнина М.А. Центральнo-Арктический золотосодержащий медно-молибден-порфировый пояс // Региональная геология и металлогения. 2021. № 85. С. 31–49.
8. Романовский Н.П., Гу Фэн, Малышев Ю.Ф., Родионов С.М., Карсаков Л.П., Чжао Чуньцин, Дуань Жуйянь. Глубинное строение и металлогения золота юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий. Магадан. Изд-во: СВКНИИ ДВО РАН. 2001. Т. 1. С. 73–75.
9. Силаев В.И., Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Салтанов В.А., Васильев Е.А., Ремизов Д.Н. Карбонатитовый комплекс необычных горных пород и минерализаций в Восточном Таймыре // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь. 2016. № 19. С. 119–136.
10. Шарапов В.Н., Мазуров М.П., Перепечко Ю.В. Модельный анализ развития континентальных мантийно-коровых рудообразующих систем. Новосибирск. Изд-во: СО РАН. 2009. 409 с.
11. Bassin C., Laske G., Masters G. The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America // EOS Trans AGU. 2000. Vol. 81. F897. URL: <http://igppweb.ucsd.edu/~gabi/crust2.html>.
12. Bouman J., Ebbing J., Meekes S. et al. GOCE gravity gradient data for lithospheric modeling // Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinform. 2015. V. 35. P. 16–30.
13. Cammarano F., Guerri M. Global thermal models of the lithosphere // Geophys. J. Int. 2017. V. 210. P. 56–72.
14. Laske G., Masters G. A Global Digital map of Sediment Thickness // EOS Trans AGU. 1997. V. 78. F483.