

Оригинальная статья / Original article

УДК 553.291+551.243

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2541-9455-2018-41-4-118-124>

К ТЕКТОНИКЕ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ШАРЫЖАЛГАЙСКОГО ВЫСТУПА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

© Ж.В. Семинский^а

^аИркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

РЕЗЮМЕ: Целью работы является рассмотрение тектонических и металлогенических особенностей Шарыжалгайского выступа фундамента Сибирской платформы с использованием метода тектоно-металлогенического анализа. В пределах Шарыжалгайского выступа, разделенного на четыре крупных блока – террейна, широко распространены линейные и кольцевые тектонические сооружения различной иерархии: зоны глубоководных долгоживущих разломов, гранито-гнейсовые валы и купола, имеющие метаморфическую или магматическую природу. Металлогеническое районирование определяется типами разноранговых тектонических элементов и выражается в сочетании линейных (металлогенические, рудные зоны) и нелинейных площадных – кольцевых, эллипсовидных (рудные районы, узлы, поля) – единиц. На примере Окинского мегаблока показано проявление различных тектонических элементов рудоконтроля. Для эндогенной золоторудной, редкометалльной и редкоземельной минерализации продуктивным был поздне- и постколлизийный этап орогенеза, что связано с развитием Центрально-Азиатского суперплюма. В глубинном строении земной коры структура инверсионного мафитового слоя, включающего поднятия и прогибы, коррелируется с тектоническими элементами, выделяемыми на поверхности, и свидетельствует о наличии участков повышенной эндогенной активности тектоносферы, а следовательно, перераспределения и концентрации металлогенных элементов.

Ключевые слова: платформа, разломные зоны, своды, купола, металлогенические зоны, рудные узлы, закономерности рудолокализации

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 17-45-388083 «Мантийные источники гранитоидных магм, их роль в металлогении золота и тяжелых металлов (на примере пород ТТГ ассоциаций южных районов Иркутской области)».

Информация о статье: Дата поступления 16 ноября 2018 г.; дата принятия к печати 18 декабря 2018 г.; дата онлайн-размещения 28 декабря 2018 г.

Для цитирования: Семинский Ж.В. К тектонике и металлогении Шарыжалгайского выступа Сибирской платформы (Восточный Саян). *Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых.* 2018;41(4):118–124. DOI: 10.21285/2541-9455-2018-41-4-118-124.

TO TECTONICS AND METALLOGENY OF SHARYZHALGAY UPLIFT OF SIBERIAN PLATFORM (EAST SAYAN)

© Zh.V. Seminsky^a

^aIrkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russian Federation

^aСеминский Жан Вячеславович, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры прикладной геологии, геофизики и геоинформационных систем Института недропользования, тел.: 8 (3952) 405112, e-mail: seminsky@istu.edu

Zhan V. Seminsky, Dr. Sci. (Geology and Mineralogy), Professor of the Department of Applied Geology, Geophysics and Geoinformation systems of the Institute of Subsoil Use, tel.: 8 (3952) 405112, e-mail: seminsky@ex.istu.edu

ABSTRACT: The purpose of the work is to consider the tectonic and metallogenic features of the Sharyzhalgay uplift of the Siberian platform foundation using the method of the tectonic-metallogenic analysis. The area of the Sharyzhalgay uplift divided into four major blocks – terranes – is characterized by widely distributed linear and circular tectonic structures of different hierarchy. These are the zones of preexistent deep faults, granite and gneiss arches and domes that have metamorphic or igneous nature. Metallogenic zoning is determined by the types of different-rank tectonic elements and is expressed in the combination of linear (metallogenic, ore zones) and nonlinear areal units – ring, ellipsoidal (ore regions, clusters, fields). Manifestation of different tectonic elements of ore control is shown on example of the Okinsky mega anticlinal fold. Late and post-collision stage of orogenesis was productive for endogenous gold, rare-metal and rare-earth mineralization. It is associated with the development of the Central Asian superplume. In the deep structure of the earth's crust the structure of the inversion mafic layer including uplifts and deflections corresponds to the tectonic elements outcropping on the surface and indicates the presence of the areas of increased endogenous activity of the tectonosphere, i.e. suggests the redistribution and concentration of metallogenic elements.

Keywords: platform, fault zones, anticlinal folds, domes, metallogenic zones, ore clusters, regularities of ore localization

Acknowledgements: The work is performed with the funding from Russian Foundation for Basic Research, the project 17-45-388083 *Mantle sources of granitoid magmas and their role in the metallogeny of gold and heavy metals (on example of rocks of the tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG) Association of the southern districts of the Irkutsk region).*

Information about the article: Received November 16, 2018; accepted for publication December 18, 2018; available online December 28, 2018.

For citation: Seminsky Zh.V. To tectonics and metallogeny of Sharyzhalgay uplift of Siberian Platform (East Sayan). *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Sektsii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, razvedka i razrabotka mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh = Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits.* 2018;41(4):118–124 (In Russ.). DOI: 10.21285/2541-9455-2018-41-4-118-124.

Как известно, весьма благоприятные обстановки для рудообразования и условия локализации эндогенных месторождений полезных ископаемых создаются часто в древних консолидированных (жестких) блоках земной коры. Такими блоками являются метаморфические террейны (срединные массивы) складчатых областей и щиты платформ. В восточных районах страны это Муйская глыба, Урулюнгуйский блок в пределах Центрально-Азиатской складчатой области, Буреинский массив и др. В составе Сибирской платформы к ним относятся Алданский, Шарыжалгайский краевые щиты, Анабарский щит и прилегающие антеклизы. В их пределах проявлены весьма разнообразные металлогенические факторы и предпосылки формирования эндогенного и метаморфогенного оруденения. Это прежде всего высокая

проницаемость тектоносферы для флюидов и магматических масс, создаваемая зонами внутренних и краевых разломов, колонны глубинных и периферических магматических очагов, связанных с плюмами, разнообразный по составу (в складчатых областях) или однообразный, но мощный по появлению (на платформах) магматизм, развитие процессов разновозрастного метаморфизма различных фаций и другие проявления эндогенной активности. Многоэтапностью этих процессов обусловлено проявление разновозрастных металлогенических эпох – от палепротерозойской до мезозойской включительно. Ведущими полезными ископаемыми являются благородные, редкоземельные, редкие, черные металлы, полиметаллы, горнотехническое сырье.

Такими особенностями тектоники и металлогении обладает Шарыжалгайский выступ фундамента Сибирской платформы, который протягивается от Байкала в северо-западном направлении на 300 км при ширине от 10 до 80 км. С юго-запада выступ ограничен Главным Саянским разломом, с северо-востока – разломами Присаянской зоны, по которым осадочные толщи платформенного чехла фрагментарно надвинуты на метаморфические породы выступа.

Комплексы пород, слагающие выступ, и его строение описывались неоднократно многими исследователями, в том числе В.П. Сухоруковым, В.И. Левицким, О.М. Розеном, Л.Н. Урманцевой, А.Д. Ножкиным, О.М. Туркиной и др. [1–6]. Установлено, что внутреннее строение этого выступа определяется в первую очередь разделением его на четыре блока-террейна. По данным ряда исследователей [1, 2] это Иркутный, Китойский, Онотский, Булунский блоки, которые сменяют друг друга от Байкала в северо-западном направлении. Границы этих блоков проходят по зонам глубинных разломов субмеридионального или северо-западного простирания. Булунский и Онотский террейны являются гранит-зеленокаменными, Китойский и Иркутный – гранулит-гнейсовыми [1, 3]. Булунский блок (междуречье рек Онот и Ока) сложен биотит-амфиболовыми, биотитовыми гнейсами, гранито-гнейсами, гранат-кордиритовыми гнейсами, сланцами, амфиболитами, кварцитами, кварцито-гнейсами. Для Онотского блока характерны мигматизированные гнейсы, гранито-гнейсы, кристаллосланцы, амфиболиты. Китойский и Иркутный блоки сложены амфибол-пироксеновыми сланцами, биотит-гранатовыми гнейсами, присутствуют лейкократовые гранат- и гиперстеновые гнейсы. В гранат-зеленокаменных террейнах наблюдаются пакеты пластин, осложненные надвигами [2], которые формировались на коллизионном и внут-

риплитном (активизационном) этапах развития.

Внутреннее строение выступа рассматривается как комплекс зеленокаменных поясов и гранулит-гнейсовых толщ, а именно сочетание гранито-гнейсовых, эндербитовых куполов и сложнодислоцированных сравнительно узких зон метавулканитов и метаосадков [1, 6]. Характерны крутые или пологие куполовидные, открытые складки субмеридионального и северо-западного простирания, которые осложнены мелкой напряженной складчатостью.

Купола имеют сложное внутреннее строение: мощности слоев уменьшаются в центре, по периферии наблюдается линейная ориентировка, связанная, вероятно, с движениями с северо-запада на юго-восток в период и после формирования куполов. Развиваются мелкие изоклинные складки течения. Весьма примечательно, что на заключительных этапах происходили переориентировка купольных структур и интенсивные тектонические движения, на что указывают многочисленные зеркала скольжения с субгоризонтальными бороздами. Тектонические движения «стягиваются» в межблоковые зоны разломов. Эти наложенные процессы перестройки, очевидно, позднепалеозойские-раннемезозойские, наиболее проявлены в северо-западной части Шарыжалгайского выступа и на юге. Они имеют коллизионную природу, а также особенно активно проявились в стадию внутриплитного орогенеза.

Металлогения Шарыжалгайского выступа, изучавшаяся многими исследователями (П.А. Рощектаев, Г.Я. Абрамович, А.Д. Ножкин, О.М. Глазунов, В.Е. Загорский, В.И. Левицкий, А.С. Мехоношин, Т.Б. Колотилина, В.М. Макагон и др.), характеризуется разнообразием месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых, которые формировались в различные металлогенические эпохи, определяющиеся этапностью развития этого

сложного геотектонического элемента земной коры. Главными из полезных ископаемых являются золото, редкоземельная, редкометалльная минерализация, железо, медь, титан, литий, алюминий, а также бериллий, марганец, уран, тальк, магнезит, ртуть, нефрит, лазурит и др. Разнообразны и генетические процессы рудообразования: метаморфогенные, эндогенные гидротермальные, карбонатитовые, пегматитовые, экзогенные. На большое разнообразие тектонических обстановок и генетических типов рудных проявлений указывает ряд примеров. В архейских и протерозойских метаморфических толщах локализуются магнетитовые рудные залежи. Жильные месторождения золото-сульфидно-кварцевой формации, медные и молибденовые рудные тела формировались в зонах разломов. Эти месторождения, а также редкоземельные и редкометалльные пегматиты связаны с магматическими комплексами палеозойского возраста. Марганцевые и железные руды типа кор выветривания и инфильтрационные (Шунгулежское в Присяянье и др.), а также урановые месторождения (Столбовое, Гарет) тяготеют к зонам несогласия и локализуются в разрывных структурах. Группа сульфидных медно-никелевых месторождений (Кингашское на северо-западе и др.) связана с поясом интрузивных массивов северо-западного простирания.

В северо-западной половине Шарыжалгайского выступа распространены месторождения тантала, ниобия, урана, титана. Апатит-редкометалльные месторождения (Белозиминское) карбонатитового типа локализуются в массивах ультраосновных щелочных пород, которые также преобладают в северо-западной части выступа (Булунский блок). Юго-восточнее распространены месторождения золота, железа, бокситов, слюд, талька, асбеста, нефрита и др. Таков неполный перечень полезных ископаемых рассматриваемой площади.

Металлогеническое районирование определяется элементами сложного тектонического строения Шарыжалгайского выступа, а именно сочетанием рассмотренных выше линейных (разломных) и нелинейных кольцевых (сводов различных порядков и конфигурации) структур.

Металлогенические подразделения линейного типа контролируются разрывными нарушениями, входящими в систему Главного Саянского и Присяянского разломов. Простирание таких металлогенических зон изменяется от северо-западного до близмеридионального. Внутри этих металлогенических зон месторождения локализуются на пересечениях продольных разломов с поперечными (Мало-Тагульский, Белозиминский, Байкальский и другие рудные узлы) [7]. Сложными тектоническими условиями характеризуется локализация рудных объектов в сводовых структурах. Среди последних выделяются упомянутые выше своды гранито-гнейсовой природы, а также своды, связанные с развитием магматических комплексов.

Сочетание линейных и нелинейных рудоконтролирующих тектонических элементов различных порядков можно показать на примере изучавшегося нами Окинского рудного района, расположенного в юго-западной части Онотского блока [8]. Здесь гидротермальные преимущественно золоторудные месторождения и рудопроявления локализуются в пределах различных тектонических элементов крупного Окинского мегасвода.

Окинский мегасвод формировался на коллизионном и постколлизионном этапах в связи с плюмтектоническими процессами. Он интенсивно деструктурирован, разбит на отдельные поднятые и опущенные блоки. Ядро свода, разделенное на две части близширотным разломом, сложено венд-кембрийскими и девонскими гранитоидами. Окружающая свод и хорошо выраженная в его южной части промежуточная (переходная) зона

включает известково-карбонатно-терригенные толщи. Краевая (периферическая) зона представляет собой коллаж поднятых и опущенных блоков, в том числе Гарганского и Шутхулайского, и имеет наиболее сложное строение. Активные коллизионные и внутриплитные активизационные процессы привели к формированию круто- и пологозалегающих разломов, в том числе надвигов, по которым происходило перемещение («сползание») отдельных пластин. Развивались локальные гранито-гнейсовые купола.

Большинство гидротермальных месторождений и рудопроявлений золота локализуется в наиболее гетерогенной и сложной по строению периферической зоне мегасвода, которая может рассматриваться как металлогеническая зона. При этом в ее пределах оруденение приурочено к разломам, пересекающим или обрамляющим блоки архейско-протерозойских пород (Холбинская, Шутхулайская, Гарганская зоны разломов). Протяженная Холбинская (20 км) зона разломов, включающая Зун-Холбинское и Барун-Холбинское месторождения, отделяет Гарганский архейский блок от крупного интрузивного массива.

Примером условий локализации золотого оруденения в более локальных гранито-гнейсовых куполах являются месторождения золота Ульзытинское, Динамитное, которые залегают в зонах разломов по периферии свода, где нами были откартированы ореолы повышенной раздробленности пород [9].

Весьма показательно, что ряд рассмотренных рудо локализирующих тектонических элементов находит отражение в глубинном строении земной коры. Были использованы материалы гравиметровых, магнитных съемок, данные глубинного сейсмического зондирования и др. [10]. Так, структура инверсионного мафитового слоя земной коры, включающая поднятия и прогибы, коррелируется

с тектоническими элементами, выделяемыми на поверхности, и свидетельствует о наличии участков повышенной эндогенной активности тектоносферы, а значит, и перераспределения металлогенных элементов. При этом месторождения и рудопроявления тяготеют к поднятиям мафитового слоя к поверхности.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Закономерности локализации эндогенных месторождений полезных ископаемых Шарыжалгайского выступа определяются тектоническими элементами, которые развиваются в его пределах в процессе коллизии слагающих его тектонических блоков и на этапе внутриплитного тектогенеза. Это создает сложную систему линейных (разломных) и нелинейных (близких к кольцевым) тектонических элементов различных порядков. Среди последних различаются крупные и локальные сводовые поднятия, связанные с магматизмом (в том числе рудоносные магматические тела основного и ультраосновного-щелочного состава), а также гранито-гнейсовые своды и купола метаморфической или смешанной природы. Тектонические элементы, проявленные на поверхности, находят отражение в глубинном строении земной коры, реконструированном на основе анализа серии карт физических полей.

2. В пределах Шарыжалгайского выступа проявилось несколько металлогенических циклов плитотектонического и плюмтектонического этапов. Весьма продуктивным, особенно для эндогенной золоторудной, редкометалльной и редкоземельной минерализации, были поздние и постколлизионные этапы орогенеза. В частности, развитие золоторудных систем происходило на древнем консолидированном фундаменте этой глыбы, испытывавшей влияние процессов коллизии в допалеозойское и среднепалеозойское время, а затем подвергшейся воздей-

ствию постколлизиионных тектономагматических процессов (Ж.В. Семинский, А.Т. Корольков, С.П. Летунов и др., 2006). При этом формировались глубокопроникающие магмо- и рудопроводящие разрывные структуры, дренировавшие очаги известково-щелочных магм.

3. Металлогеническое районирование определяется типами разноранговых тектонических элементов и выражается в сочетании линейных (металлогенические, рудные зоны) и нелинейных площадных – кольцевых, эллипсовидных (рудные узлы, поля) – единиц.

Библиографический список

1. Сухоруков В.П. Декомпенсационные минеральные микроструктуры в гранулитах Иркутского блока (Шарыжалгайский выступ Сибирской платформы) // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 9. С. 1314–1335.

2. Туркина О.М., Ножкин А.Д. Океанические и рифтогенные метавулканические ассоциации зеленокаменных поясов северо-западной части Шарыжалгайского выступа, Прибайкалье // Петрология. 2008. Т. 16. № 5. С. 501–526.

3. Rosen O.M., Condie K.C., Natarov L.M., Nozhkin A.D. Archean and early Proterozoic evolution of the Siberian craton: a preliminary assessment // Archean Crustal Evolution. Amsterdam: Elsevier, 1994. P. 411–459.

4. Урманцева Л.Н., Туркина О.М., Капитонов И.Н. Состав и происхождение протолитов палеопротерозойских кальцифиров Иркутского блока (Шарыжалгайский выступ Сибирской платформы) // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 12. С. 1681–1697.

5. Левицкий В.И., Левицкий И.В. Минерагеническая типизация Присяянского краевого выступа фундамента Сибирской платформы // Минерагения докембрия: материалы Всерос. конф. Петрозаводск, 2010. С. 158–162.

6. Ножкин А.Д. Докембрий юго-западной окраины Сибирской платформы // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 314. № 1. С. 5–16.

7. Рудные узлы России / под ред. Е.В. Плющева. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2001. 416 с.

8. Семинский Ж.В., Летунов С.П. Тектонические особенности южной части Окинского мегасвода в связи с проблемой золотоносности Юго-Восточного Саяна // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2004. № 2 (18). С. 46–56.

9. Семинский Ж.В., Корольков А.Т., Бузов С.А. Рудоконтролирующие структуры золоторудных узлов в гнейсовых и гранито-гнейсовых комплексах (Восточная Сибирь) // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 2 (45). С. 19–34.

10. Семинский Ж.В. Эндогенно-рудные системы Юго-Восточной Сибири в инверсионном слое земной коры // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2015. № 2 (51). С. 5–18.

References

1. Sukhorukov V.P. Decompression mineral microtextures in granulites of the Irkut block (Sharyzhalgai uplift of the Siberian Platform). *Geologiya i geofizika* [Russian

Geology and Geophysics], 2013, vol. 54, no. 9, pp. 1314–1335. (In Russian).

2. Turkina O.M., Nozhkin A.D. Oceanic and riftogenic metavolcanic associa-

tions of greenstone belts in the northwestern part of the Sharyzhalgai Uplift, Baikal region. *Petrologiya* [Petrology], 2008, vol. 16, no. 5, pp. 501–526. (In Russian).

3. Rosen O.M., Condie K.C., Natapov L.M., Nozhkin A.D. Archean and early Proterozoic evolution of the Siberian craton: a preliminary assessment. *Archean Crustal Evolution*. Amsterdam: Elsevier, 1994, pp. 411–459.

4. Urmantseva L.N., Turkina O.M., Kapitonov I.N. Protoliths of Paleoproterozoic calciphyres from the Irkut block (Sharyzhalgai uplift of the Siberian craton): Composition and origin. *Geologiya i geofizika* [Russian Geology and Geophysics], 2012, vol. 53, no. 12, pp. 1681–1697. (In Russian).

5. Levitskii V.I., Levitskii I.V. *Mineragenicheskaya tipizatsiya Prisyanskogo kraevogo vystupa fundamenta Sibirskoi platformy* [Mineragenic typification of Prisyansk marginal uplift of the Siberian platform foundation]. *Materialy Vseros. konf. "Minerageniya dokembriya"* [Proceedings of All-Russian Conference "Metallogeny of the Precambrian"]. Petrozavodsk, 2010, pp. 158–162. (In Russian).

6. Nozhkin A.D. Precambrian of the southwest margin of Siberian platform. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 2009, vol. 314, no. 1, pp. 5–16. (In Russian).

7. Plyushchev E.V. *Rudnye uzly Rossii* [Ore clusters of Russia]. Saint-Petersburg: A.P. Karpinsky Russian Geological

Research Institute Publ., 2001, 416 p. (In Russian).

8. Seminskii Zh.V., Letunov S.P. Tectonic features of the southern part of the Oka mega anticline in connection with the problem of gold mineralization of the South of the Eastern Sayan. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Irkutsk State Technical University], 2004, no. 2 (18), pp. 46–56. (In Russian).

9. Seminskii Zh.V., Korol'kov A.T., Buzov S.A. Ore-controlling structures of gold ore clusters in gneissic and granite gneiss complexes (Eastern Siberia). *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdenii* [Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences, Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits], 2014, no. 2 (45), pp. 19–34. (In Russian).

10. Seminskii Zh.V. Endogenous ore systems of South-Eastern Siberia in the earth crust inversion layer. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdenii* [Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences, Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits], 2015, no. 2 (51), pp. 5–18. (In Russian).

Критерии авторства

Семинский Ж.В. написал статью, имеет на нее авторские права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Authorship criteria

Seminsky Zh.V. has written the article, has all author's rights and bears the responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The author declares that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.