

Оригинальная статья / Original article

УДК: 553.078

DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-20-34

РУДНЫЕ ПОЯСА БАЙКАЛО-ЗАБАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА. ЧАСТЬ I

© Ж.В. Семинский^а

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

РЕЗЮМЕ. Целью статьи является описание рудных поясов Байкало-Забайкальской области, выделенных в процессе многолетних металлогенических исследований. **Методы.** Проведено металлогеническое районирование на основе анализа материалов по рудоносности региона. Выделены два таксона: региональные металлогенические пояса и их звенья – рудные пояса. Первые были описаны нами ранее. Полезные ископаемые рудных поясов рассматриваются на фоне описания главных тектонических элементов и слагающих их геологических комплексов. При этом не ставилась задача полного описания всех полезных ископаемых – рассмотрены только наиболее значимые и крупные рудные объекты. В данной статье рассмотрены пояса окраинно-континентальных и коллизионно-аккреционных обстановок; во второй части (в следующем номере журнала) планируется описать рудные пояса внутриплитной орогенной природы. **Результаты.** Рудные пояса Байкало-Патомского окраинно-континентального металлогенического пояса находятся в краевой западной части и на севере территории. Геодинамическая обстановка здесь определяется распространением древних блоков фундамента (террейнов), сшивающих их и перекрывающих комплексов. Главной является неопротерозойская металлогеническая эпоха, которая знаменуется формированием флюорит-полиметаллического, колчеданно-свинцово-цинкового, уранового и золотого оруденения (Прибайкальский, Аkitканский, Тья-Олокитский, Бодайбинский пояса). Рудные пояса Байкало-Муйского и Байкало-Витимского аккреционно-коллизионных металлогенических поясов находятся в центральной части региона (Чаро-Токкинский, Муйский и другие рудные пояса). В их пределах локализуются крупные стратиформные месторождения медистых песчаников, железистых кварцитов, золото-кварцевые, крупные полиметаллические и флюоритовые месторождения, которые формировались в течение протерозойской, палеозойской и частично мезозойской металлогенических эпох. **Выводы.** Рудные пояса окраинно-континентального типа представляют собой системы блоков фундамента с перекрывающими и сшивающими комплексами, где формируются стратиформные, флюорит-полиметаллические месторождения, золоторудные месторождения, урановая минерализация в древних вулканитах. Аккреционно-коллизионные рудные пояса содержат различные по природе террейны, фрагменты островных дуг, формации субдукционных и коллизионных геодинамических обстановок; распространены крупные стратиформные месторождения медистых песчаников, свинцово-цинковых руд, железистых кварцитов.

Ключевые слова: рудные пояса, окраинно-континентальные, аккреционно-коллизионные геодинамические обстановки, рудные формации, гидротермальные месторождения, стратиформные месторождения, инфильтрационные месторождения.

Формат цитирования: Семинский Ж.В. Рудные пояса Байкало-Забайкальского региона. Часть I // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2017. Т. 40. № 3. С. 20–34. DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-20-34

ORE BELTS OF THE BAIKAL-TRANSBAIKAL REGION. PART I

Zh.V. Seminsky

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

^аСеминский Жан Вячеславович, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии и геохимии полезных ископаемых, тел.: (3952) 405112, e-mail: seminsky@istu.edu
Zhan V. Seminsky, Doctor of Geological and Mineralogical sciences, Professor of the Department of Geology and Geochemistry of Minerals, tel.: (3952) 405112, e-mail: seminsky@istu.edu

ABSTRACT. The **purpose** of the article is to describe the ore belts of the Baikal-Transbaikal region identified in the course of the long-term metallogenic studies. **Methods.** Based on the analysis of the materials on the ore content in the region metallogenic zoning has been carried out. Two taxa have been distinguished: regional metallogenic belts and ore belts which are the links of the former. The first ones we described earlier. The minerals of the ore belts are examined in connection with the description of main tectonic elements and geological complexes composing them. We did not set the task to provide a complete description of all minerals: consideration was given to the most significant and large ore objects only. This article deals with the belts of marginal continental and collision-accretionary conditions. The second part of the article (to be published in the next issue of the journal) is going to deal with the ore belts of intraplate orogenic nature. **Results.** Ore belts of the Baikal-Patom marginal continental metallogenic belt are located in the marginal western part and in the north of the territory. The geodynamic situation here is determined by the spread occurrence of ancient blocks of foundation (terrane) and complexes sewing and overlapping them. The main is the Neoproterozoic metallogenic epoch which is characterized by the formation of fluorite-polymetallic, pyrite-lead-zinc, uranium and gold mineralization (Pribaikalsky, Akitkansky, Tyaya-Olokitsky, Bodaibo belts). The ore belts of the Baikal-Muya and Baikal-Vitim accretionary collision metallogenic belts are located in the central part of the region (Charo-Tokkinsy, Muya and other ore belts). Large stratiform deposits of cupriferous sandstones, banded iron formations, gold-quartz, large polymetallic and fluorite deposits, which were formed during the Proterozoic, Paleozoic and partly Mesozoic metallogenic epochs are localized within their boundaries. **Conclusions.** The ore belts of the marginal-continental type are represented by the systems of foundation blocks with overlapping and sewing complexes where stratiform, fluorite-polymetallic deposits, gold ore deposits, uranium mineralization in ancient volcanites are formed. The accretionary collision ore belts contain the terrains of different nature, fragments of island arcs, formations of subduction and collision geodynamic environments. Large stratiform deposits of cupriferous sandstones, lead-zinc ores, banded iron formations are widespread.

Keywords: ore belts, marginal continental, accretionary collision geodynamic conditions, ore formations, hydrothermal deposits, stratiform deposits, percolated deposits

For citation: Seminsky Zh.V. Ore belts of the Baikal-Transbaikal region. Part I. 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, 2017, vol. 40, no. 3, pp. 20–34. (In Russian). DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-20-34

Введение

В соответствии с существующими в настоящее время представлениями территория, включающая Байкальскую горную область и Забайкалье, в тектоническом плане представляет собой систему орогенных сооружений, обрамляющих Северо-Азиатский кратон или возникших в докембрии и фанерозое на его окраине. Как принято сейчас большинством исследователей, в геологической истории региона выделяются два этапа развития [1–5]. Первый из них – плитотектонический этап – включает процессы эволюции Палео-Азиатского, а затем Палео-Тихоокеанского бассейнов, их закрытия и последовательного причленения различных по природе террейнов к окраинам кратона (коллизия, аккреция, субдукция). В результате интенсивных дислокаций и магматизма формировались складчатые пояса, в том числе и на континентальной окраине кратона, которая подверглась

воздействию наложенных тектономагматических процессов в связи с коллизией и аккрецией. Второй этап – плюмтектонический – связан с деятельностью Сибирского суперплюма, включает внутриплитные тектоно-магматические процессы, охватившие в той или иной степени всю территорию в позднем палеозое-мезозое, которые привели к формированию системы сводовых, депрессионных зон, вулканоплутонических и плутонических ареалов (вулканогенов и плутоногенов) [3–6].

Анализ и обработка материалов по геодинамическим условиям рудообразования и металлогении территории (на основе глубинного строения земной коры) с составлением серии металлогенических карт и схем проводились коллективом кафедры минералогии, петрографии и полезных ископаемых ИРНТУ (бывший ИПИ) в 1991–2010 гг. (Ж.В. Семинский, М.А. Морозов, В.С. Питателев). В 1997–

2007 гг. выполнялся международный проект «Геодинамика и металлогения Северной Азии» (М.И. Кузьмин, Л.М. Парфенов, А.И. Ханчук, С.И. Дриль, Ж.В. Семинский, А.М. Спиридонов, Л.В. Зорина и др. под общим руководством академиков М.И. Кузьмина и А.И. Ханчука). В соответствии с задачами указанного проекта автором совместно с А.М. Спиридоновым и Л.В. Зориной проводилось выделение и описание одного таксона, названного «металлогенические пояса» [6]. В последствии автором был предпринят более детальный анализ распределения рудных узлов и месторождений с корректировкой схемы металлогенического районирования и выделены два таксона (первого и второго порядков) – металлогенические пояса, а в их составе – рудные пояса [3], уточнены их границы на основе анализа геологического строения, тектонического районирования и рудоносности (рисунок).

Как известно, рассматриваемый регион характеризуется проявлением широкого спектра полезных ископаемых различных видов и генетических типов [7, 8]. Наиболее распространены эндогенные и полигенные месторождения золота, свинца, цинка, меди, урана, флюорита, олова, вольфрама, молибдена, нефрита, асбеста и другие, которые формировались в различных геодинамических обстановках в широком интервале времени от архея до кайнозоя.

Эволюция и строение образовавшихся на плитотектоническом и плюмтектоническом этапах разновозрастных орогенных поясов предопределили закономерности формирования и размещения различных по возрасту и типам месторождений полезных ископаемых.

Как описывалось ранее [3, 9, 10], формировались орогенные и, соответственно, металлогенические пояса трех геодинамических типов: 1 – складчатонадвиговых орогенов окраины кратона (Байкало-Патомский), 2 – аккреционно-

коллизионных орогенов (Байкало-Муйский и Байкало-Витимский (Трансбайкальский)); 3 – внутриплитных плюмтектонических орогенов (Чикой-Шилкинский, Керуленско-Аргунский). Характерно, что имело место наложение металлогенических поясов внутриплитного этапа на пояса коллизионно-аккреционного типа. Так, на площади Байкало-Витимского аккреционно-коллизионного пояса широко проявились магматические и рудные процессы внутриплитной активизации позднего палеозоя-мезозоя, и вновь образованный Байкало-Витимский металлогенический пояс практически наследует Трансбайкальский, а в его пределы входят рудные пояса как коллизионно-аккреционной природы (Еравнинский, Кручининский), так и внутриплитного орогенного типа (Селенгинский, Каренгский и другие). Поскольку региональные металлогенические пояса окраинно-кратонных, коллизионно-аккреционных и внутриплитных плюмтектонических геодинамических обстановок были описаны нами ранее [3, 10], в настоящей статье с учетом материалов, полученных в процессе более детального районирования, приводится характеристика наиболее типичных их звеньев – локальных рудных поясов.

Рудные пояса Байкало-Патомского окраинно-континентального металлогенического пояса

В соответствии с многоэтапным процессом развития тектонических элементов и геодинамическими событиями в пределах этого пояса намечается ряд металлогенических эпох. Главной является неопротерозойская эпоха (1000–540 млн лет), которая знаменуется формированием флюорит-полиметаллического, уранового и золотого оруденения в пределах северной и крайней западной частей территории (Центральное и Северное Прибайкалье). В это же время начинается процесс накопления золота в осадках Бодайбинского и других прогибов.

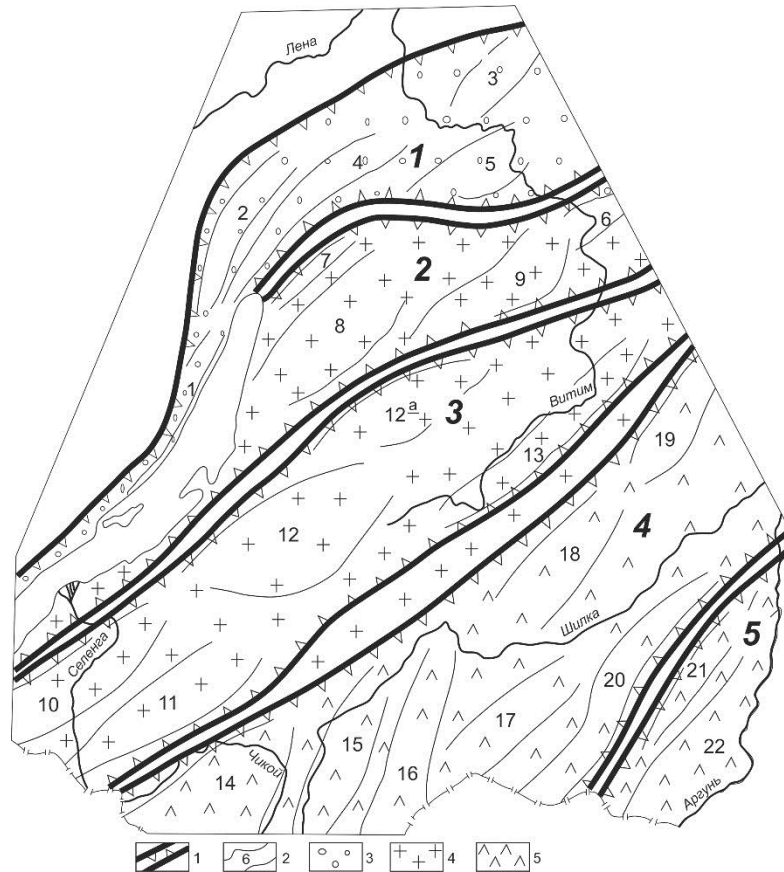


Схема расположения металлогенических и рудных поясов Юго-Восточной Сибири:

- 1 – границы металлогенических поясов и их номера: 1 – Байкало-Патомский, 2 – Байкало-Муйский, 3 – Байкало-Витимский (Трансбайкальский), 4 – Чикой-Шилкинский, 5 – Керуленско-Аргунский пояса; 2 – границы рудных поясов и их номера: 1 – Прибайкальский, 2 – Аkitканский, 3 – Тонодский, 4 – Тья-Олокитский, 5 – Бодайбинский, 6 – Чаро-Токкинский, 7 – Верхне-Ангарский, 8 – Баргузинский, 9 – Муйский, 10 – Селенгинский, 11 – Хилокский, 12 – Еравнинский, 12^а – Верхне-Витимский, 13 – Каренгский, 14 – Чикойский, 15 – Верхне-Ингодинский, 16 – Онон-Туринский, 17 – Агинский, 18 – Нерча-Тунгирский, 19 – Шилка-Ольдойский, 20 – Газимуро-Урюмканский, 21 – Газимуро-Уровский, 22 – Приаргунский пояса; 3–5 – геологические комплексы: 3 – складчато-надвиговые окраинно-континентальные, 4 – аккреционно-коллизийные, 5 – внутриплитные плюмтектонические

Location map of metallogenic and ore belts in South-Eastern Siberia:

- 1 – boundaries of metallogenic belts and their numbers: 1 – Baikal–Patom, 2 – Baikal–Muya, 3 – Baikal–Vitim (Trans–Baikal), 4 – Chikoy–Shilkinsky, 5 – Kerulen–Argun belts); 2 – boundaries of ore belts and their numbers: 1 – Pribaikalsky, 2 – Akitkansky, 3 – Tonod, 4 – Tyaya–Olokitskiy, 5 – Bodaibo, 6 – Charo–Tokkinsky, 7 – Upper–Angarskiy, 8 – Barguzinsky, 9 – Muya, 10 – Selenga, 11 – Khilok, 12 – Eravninsky, 12^a – Upper–Vitim, 13 – Karenga, 14 – Chikoy, 15 – Upper–Ingoda, 16 – Onon–Turinsky, 17 – Aginsky, 18 – Nercha–Tungirsky, 19 – Shilka–Oldoy, 20 – Gazimur–Uryumkan, 21 – Gazimur–Urovsky, 22 – Priargun belts; 3–5 – geological complexes: 3 – fold–thrust marginal–continental, 4 – accretionary collision, 5 – intraplate plume tectonic

Дальнейшая его концентрация в виде месторождений происходила в раннем палеозое в связи с метаморфизмом и гидротермальной деятельностью двух металлогенических эпох: кембро-силурийской и девон-раннекарбоновой. В преде-

лах отдельных террейнов фундамента рудные месторождения формировались в палеопротерозое (2500–1600 млн лет). Кроме того, в связи с тектоническими процессами, происходившими в расположенных к югу орогенных поясах, прояви-

лась и более молодая эпоха рудообразования (410–320 млн лет). Именно многоэтапностью рудного процесса можно объяснить, например, длительность образования и полигенность золоторудных полей в Бодайбинском рудном районе.

В этой обстановке окраинно-континентального орогенеза формировались флюорит-полтметаллические, железотитановые месторождения, связанные с мафит-ультрамафитовыми комплексами, полигенные месторождения золота, стратиформное медное оруденение, рудоносные карбонатиты и метасоматиты, железистые кварциты.

В составе этого металлогенического пояса выделяются следующие рудные пояса: Прибайкальский, Аkitканский, Тонодский, Тья-Олокитский, Бодайбинский и другие. Наиболее значимые из них рассматриваются ниже.

Прибайкальский рудный пояс (Западное Прибайкалье, побережье оз. Байкал) протягивается на 300 км при ширине до 50 км. Охватывает зону сочленения окраинно-континентального вулканоплутонического пояса с отложениями рифейского платформенного чехла. Контролирующими его структурами были разломы, которые развивались вдоль границы кратона.

Главными геологическими комплексами являются осадочные толщи Прибайкальского краевого прогиба Сибирской платформы и вулканоплутонические серии Аkitканского пояса. Первые образуют перекрывающий чехол, представленный терригенно-карбонатными отложениями байкальской серии (голоустенская и улунтуйская свиты), которые прослеживаются вдоль окраины платформы на 1000 км с моноклиналим падением на запад и северо-запад под углами 25–40°. По литологическому составу это тонкозернистые известняки, доломиты, разнотернистые микро- и крупнокристаллические известняки с оолитоподобным внутренним строением, талькиты и таль-

ково-карбонатные породы. Моноклиналиное падение толщи осложняется складчатостью более высоких порядков (вплоть до гаффрированной). В строении вулканического пояса принимают участие субщелочные средние и кислые лавы с подчиненным количеством базальтовых порфиритов, осадочные и осадочно-вулканогенные отложения аkitканской серии нижнего протерозоя. Значительную роль играют интрузии диоритов, гранодиоритов и гранитов, коагматичные эффузивам. Прорваны рапаквивидными гранитоидами приморского комплекса.

Рудоконтролирующими являются складчатые структурные элементы в пределах терригенно-карбонатных пород байкальской серии. Наряду со складчатостью, локализация оруденения определяется региональной зоной смятия, в которой сосредоточены линзы и субпластовые тела талькитов, кварцевые и арагонитовые жилы. Зона связана с процессами надвигания рудовмещающей толщи на более древние вулканиты.

Продуктивной является сфалерит-галенит-флюоритовая рудная формация. В пределах пояса, в той его части, которая проходит по вулканитам протерозойского возраста, установлена непромышленная золоторудная и радиоактивная минерализация. Наиболее значительным в поясе является месторождение Барвинское в карбонатных породах, представленное по данным А.А. Тычинского с соавторами (1984 г.) в основном телами пласто-, линзо- и жилообразной форм. Их положение определяется согласными с залеганием вмещающих пород разрывными нарушениями рудоконтролирующей зоны смятия. Встречаются секущие жилы и прожилково-вкрапленные руды. Руды содержат сфалерит, галенит и флюорит. Предполагается гидротермальный генезис полиметаллических руд.

Ачитканский рудный пояс (Северо-Западное Прибайкалье) протягивается на 340 км при ширине до 70 км. Определяющим тектоническую природу пояса является его положение на окраине кратона, в зоне краевого разлома, контролировавшего формирование Ачитканского вулканно-плутонического пояса.

Раннепротерозойский фундамент сохранился в виде отдельных тектонических блоков, сложенных гнейсами и кристаллическими сланцами. Основную площадь занимают раннепротерозойские вулканические и вулканогенно-осадочные комплексы (домугдинский, ачитканский, ошеконский и др.) – трахитовые порфиры, кварцевые порфиры, их туфы, вулканические брекчи, прорванные крупными телами гранитоидов (приморский и др. комплексы, сложенные гранитами, граносиенитами, сиенитами и сиенит-порфирами.). Вулканно-плутонические комплексы образуют крупные значительно эродированные центры (Савкинский, Кутимский и др.), в которых картируются руины древних метаморфизованных вулканических построек. Вулканы преобладают в центре и на севере пояса; в его южной части они постепенно сменяются интрузивными комагматами.

Тектоническая позиция Ачитканского пояса в краевой части платформы, где имели место надвиговые перемещения пород чехла на структуры фундамента, а также вертикальные движения блоков, определила широкое развитие разрывных нарушений различных систем, возраста и кинематики (сбросы, сдвиги, сбросо-сдвиги, надвиги). Последние особенно характерны для западной периферии пояса. Надвиги в большинстве своем являются более молодыми по отношению к сбросам, часто развиваются по контактам отдельных толщ и смещают рудные тела.

Формирование эндогенного оруденения Ачитканского пояса происходило в условиях складчато-надвиговых дефор-

маций и вулканно-плутонического магматизма в зоне краевого шва в пределах серии веерообразно расходящихся (от района северной оконечности Байкала) разрывов, которые контролировали субаэральную вулканическую деятельность и внедрение крупных масс гранитоидов.

В пределах пояса широким распространением пользуется урановая минерализация, которая представлена смолково-флюоритовой и фосфорно-урановой формациями. Установлено семь рудных узлов, вмещающих эту гидротермальную минерализацию (месторождения Безымянное, Алый Парус, рудопроявления Ново-Озерное, Грозное и др.). Структурный контроль оруденения определяется двумя факторами: рудные узлы приурочены к древним вулканическим постройкам и (или) контролируются узлами пересечения продольных и поперечных разломов. Руды обычно мономинеральные и представлены урановой смолкой; встречаются галенит, сфалерит, флюорит, молибденит, пирит. Сопровождаются гематитизацией, альбитизацией, серицитизацией. Фосфорно-урановая стадия, являющаяся наиболее ранней, представлена франколитом, браннеритом, титанатами урана. Рудные тела контролируются трещинами скола и имеют формы коротких жил (простых или сложных), линз, гнезд. Рудные тела в песчаниках и туфопесчаниках отчетливо подчиняются залеганию вмещающей толщи и представлены кулисообразно расположенными линзами в более пористых песчаниках и туфопесчаниках. Кроме того, в пределах пояса известны проявления золоторудной, редкометалльной, олово-вольфрамовой и висмутовой минерализации.

Тыя-Олокитский пояс находится в Северном Прибайкалье (бассейны рр. Тыя, Холодная, Олокит), где протягивается на 300 км при ширине до 70 км.

Фундамент представлен метаморфическими комплексами, которые многие исследователи относят к образованиям метаморфических террейнов. Это толщи офиолитовых пород базальт-андезит-риолитовых серий, а также габбро-плагиогранитные интрузии. Эти образования смяты в складки и перекрыты породами карбонатно-терригенного и углеродисто-терригенного состава позднего рифея. И.В. Гордиенко, А.Н. Булгатов и др. [11] считают, что главенствующей структурой пояса является Олоkitский рифт. В его пределах залегает сланцево-метабазальтовая толща, перекрытая терригенными турбидитами.

Рассматриваемый рудный пояс отличается наличием крупных месторождений полигенной полиметаллической Pb-Zn-Cu-, а также Ba-, Ag-, Au-минерализации в карбонатных черносланцевых породах. Это Холоднинское и другие месторождения колчеданно-свинцово-цинковой и барит-полиметаллической ассоциаций. Рудные тела представляют собой многоярусные согласные пластовые и пластово-линзообразные залежи. Холоднинское месторождение локализуется в юго-западной части Олоkitского прогиба. В осадочно-метаморфических черносланцевых отложениях выделены три стратиформные кулисообразно залегающие зоны, промышленное оруденение которых прослежено на расстояние около 5 км. В пределах одной из зон установлены три сближенные залежи пласто- и линзообразной формы, характеризующиеся перемежаемостью слоев колчеданно-полиметаллических, серноколчеданных руд и слабоминерализованных пород. Главные рудные минералы: сфалерит, пирит, галенит, второстепенные – пирротин, халькопирит и арсенипирит. Колчеданно-полиметаллические руды содержат промышленные концентрации свинца, цинка, серы и других ценных компонентов. По запасам цинка это месторождение – крупнейшее в мире.

Значительную ценность в пределах пояса представляют месторождения сульфидной платино-медно-никелевой ассоциации, локализующиеся в расчлененных базит-гипербазитовых массивах (месторождения Байкальское, Йоко и др.). Они установлены в виде вкрапленных и массивных руд в дунит-троктолит-габбровых породах Йоко-Довыренского, Чайского, Байкальского, Нерюндуканского массивов. Кроме того, распространено вкрапленно-прожилковое оруденение Cu-Ni-PGE руд (Чайское месторождение). Выявлены золото-сульфидное, золото-кварцевое оруденение, проявления никеля, железа (Тыйское, Абчадское).

Тонодский рудный пояс находится на территории Патомского нагорья и протягивается в виде дуги в субширотном направлении на 200 км при ширине в 35–60 км. Расположен в пределах одноименного кварцит-парагнейсового террейна фундамента кратона, перекрытого терригенными отложениями седиментационного бассейна рифейского возраста.

Фундамент пояса (парагнейсовый террейн платформы), сохранившийся частично, сложен парагнейсовым комплексом кевактинской серии (PR₁) – кварцевые метапесчаники, хлорит-серецитовые и слюдисто-кварцевые сланцы, которые смяты в линейные и купольные складки, осложненные многочисленными надвигами. Большую часть территории занимают гранитоиды чуйско-нечерского комплекса (PR₂) и гранит-порфиры. Вышележащие венд-рифейские отложения (кварциты, песчано-сланцево-конгломератные толщи) слагают склоны Тонодского поднятия. Более молодые магматические образования – гранитоиды язовского комплекса (R₃).

В пределах пояса широким развитием пользуется золотое оруденение, менее распространены железорудная, непромышленная оловорудная, магниевая и урановая минерализация. В поясе известен один крупный рудный

объект – месторождение рудного золота Чертово Корыто золото-черносланцевой формации – и ряд рудопоявлений этой формации (Восточное, Кевактинское, Осеннее и др.). Месторождение Чертово Корыто находится в центральной части Тонодского поднятия, состоит из жильно-штокверковых зон субмеридионального простираения в палеопротерозойских карбонатных сланцах и песчаниках. Рудная минерализация включает золото (до 20 г/т), арсенопирит, пирротин и пирит, а также галенит, халькопирит, сфалерит. В нижнепротерозойском кристаллическом основании есть проявления титано-магнетитовой минерализации.

Бодайбинский рудный пояс расположен в Патомском нагорье, имеет очертания, близкие к изометричным, и прослеживается на 150–250 км на территории одноименного прогиба.

Вмещающая толща имеет карбонатно-терригенный состав (тепторгинская, балаганахская, бодайбинская и др. серии и свиты), содержит черносланцевые породы. Толща метаморфизована и прорвана гранитоидами и габброидами (язовский комплекс рифея, конкудеро-мамаканский, кадали-бутуинский и другие комплексы). Распространены опрокинутые антиклинальные складки, нарушенные крутопадающими разломами и надвигами, образующими субпараллельные системы. В составе Бодайбинского прогиба – впадины Бодайбинская, Кропоткинская и др., вмещающие рудные узлы.

Из полезных ископаемых преобладают месторождения золото-черносланцевой формации: Сухой Лог, Высочайший, Догалдынское и др. Это длительно формировавшиеся полихронные и полигенные месторождения. Вторым промышленным типом являются россыпи, которые эксплуатируются более трех столетий. Коренные месторождения, по данным А.А. Буряка (1982 г.), локализуются в зонах смятия, развивавшихся в узких

осевых частях антиклиналей, где образуются зоны гидротермально-метасоматической минерализации (Александро-Догалдынская, Сухоложская, Вернинская, Каменская и др.). Оруденение относится к вкрапленно-прожилковому или кварцево-жильному типам и локализуется в изгибах складок или узлах пересечения рудных зон разломами.

Наиболее крупным является Сухоложское месторождение. Это минерализованная зона длиной 2,5 км при мощности 200 м. Здесь среди гидротермально-измененных углеродистых сланцев концентрируются кварц-сульфидные прожилки, содержащие пирит, халькопирит, пирротин, арсенопирит, сфалерит, галенит, пентландит, самородное золото, серебро, платину и платиноиды, образующие послойный линейный штокверк. Второй тип оруденения составляют 20 кварцевых жил сложной морфологии. Кварцево-жильная золоторудная минерализация других рудных узлов пояса (месторождения Догалдынское, Артемовское, Первенец, Кавказ и другие) представлена послойными флюидно-метаморфогенными седловидными и секущими жилами.

Месторождения золота прожилково-вкрапленного типа могут рассматриваться как флюидно-метаморфогенные: обогащенные золотом толщи были метаморфизованы, а затем в зонах смятия проявилась гидротермальная деятельность, которая привела к образованию послойного линейного штокверка. Кварц-золоторудные жилы формировались в результате гидротермальной деятельности последнего этапа.

Рудные пояса Байкало-Муйского аккреционно-коллизийного металлогенического пояса

В этих геодинамических условиях рудные системы формировались на конвергентных границах плит, где проявились субдукционные, коллизийные и другие процессы. В их пределах сохрани-

лись фрагменты островных дуг, террейнов, аккреционных клиньев и другие тектонические элементы. Сшивающие и перекрывающие комплексы имеют в основном позднепротерозойский и кембро-силурийский возраст. Проявились и более поздние девон-раннекарбоновые процессы метаморфизма и рифтообразования. Ведущими полезными ископаемыми являются месторождения медистых песчаников, стратиформные полиметаллические, гидротермальные месторождения золота, железо-титановое оруденение, связанное с мафит-ультрамафитовыми комплексами, месторождения железистых кварцитов и нерудных полезных ископаемых. Этот металлогенический пояс включает Чаро-Токкинский, Верхне-Ангарский, Баргузинский и Муйский рудные пояса.

Чаро-Токкинский рудный пояс расположен на северо-востоке на площади 250×180 км, захватывает часть Алданского щита (Чарскую глыбу) и Кодаро-Удоканский прогиба раннепротерозойского возраста. Архейский фундамент (чарская серия) включает мощную толщу кристаллических сланцев, гнейсов, кварцитов, частично мраморов и амфиболитов, а также комплексы, представленные метаморфизованными вулканогенно-осадочными породами, интрузиями основного-ультраосновного состава, плагиогранито-гнейсами, плагиогранитами, гранитами, мигматитами, метасоматитами. Перекрывающими являются породы удоканского комплекса (осадочно-вулканогенные, карбонатно-терригенные образования). Проявлен гранитоидный и габброидный магматизм протерозойского и палеозойского возраста (кодарский, чинейский, ингамакитский и другие магматические комплексы).

Рассматриваемый рудный пояс характеризуется многочисленными месторождениями различных полезных ископаемых, среди которых наиболее значительными являются стратиформные – Cu

(Бурполинское, Красное, Удоканское, Право-Ингамакитское, Сакинское, Сьюлбанское, Ункурское), магматические – Cr, PGE (\pm Cu, Ni, Au, Co, Ti, Fe (Чинейское), щелочных метасоматитов – Ta, Nb, REE (Катугинское).

Стратиформные месторождения медистых песчаников обычно локализируются в прогибах и включают несколько меденосных стратоуровней. Меденосные горизонты сложены кварцитовидными песчаниками с прослоями и линзами известковистых песчаников, алевролитов, аргиллитов. Прослеживаются на расстоянии от сотен метров до первых километров (на Удоканском месторождении – до 21 км). Рудные тела в этих горизонтах имеют форму пластов, прослоев, линз, гнезд. Руды вкрапленные, прожилковые, гнездовые, сплошные. Главные минералы руд – халькозин, ковеллин, борнит, халькопирит, пирит, пирротин, встречаются сульфиды Pb, Zn, самородные Au, Ag [12]. Удоканское месторождение локализуется в зоне глубинных разломов с широким развитием процессов метаморфизма, гранитизации, палингенеза и метасоматоза.

Значительный интерес представляют железистые кварциты, образующие протяженную железорудную зону, в пределах которой разведано Сулуматское месторождение, расположенное в 2,5 км севернее линии БАМ, с запасами 650 млн т.

Установленные в пределах пояса комплексные месторождения, содержащие титано-железо-ванадиевое, медно-благороднометалльное оруденение, металлы платиновой группы, связаны с массивами габбро-анортозит-норитовой формации (чинейский комплекс). Тантал-ниобиево-редкоземельная минерализация в редкометальных метасоматитах (Катугинское месторождение) локализуется также в зоне глубинного разлома на границе архейских и протерозойских комплексов.

В пределах пояса локализуется также редкометалльно-редкоземельное оруденение, связанное с куандинским мигматит-гранитным комплексом, и редкометалльное – в связи с кадарским комплексом гранитоидов. Кроме того, промышленное значение может иметь урановая минерализация: Торгойское месторождение в пределах Мурунского массива щелочных пород и Чепок в зоне несогласия.

Муйский рудный пояс находится в пределах Муйского хребта (водораздел оз. Байкал и р. Витим), имеет 250 км в длину и 75 км в ширину.

Наиболее древними являются амфиболовые, гранат-амфиболовые, амфибол-пироксеновые и гранат-биотитовые гнейсы и сланцы; вдоль зон бластомилонитов встречаются линзы гранатовых ультрабазитов и эклогитов (кинди-канская серия, илеирская и люнкутская свиты раннего архея). Выше залегают карбонатно-терригенные отложения фации зеленых сланцев парамской серии. Верхний структурный этаж включает неметаморфизованные венд-кембрийские терригенно-карбонатные толщи.

Большинство исследователей в этом поясе выделяют островодужный и метаморфический террейны, ограниченные зонами надвигов. В целом же район известен как Муйская глыба, интенсивно нарушенная разломами, определяющими высокую проницаемость земной коры для магм и рудоносных растворов.

Муйский пояс богат полезными ископаемыми, которые концентрируются в двух крупных рудных узлах: Северо- и Южно-Муйском. Площадь характеризуется высокой рудонасыщенностью. Прежде всего, это месторождения золото-кварцевой формации (Au, Hg, Sn) – Ирокиндинское, Верхне-Сакуканское, Кедровское, Юбилейное и другие, которые локализируются в Келяно-Ирокиндинской зоне глубинных разломов. Преобладают жильные тела в гранат-пироксено-

вых, амфибол-пироксеновых, амфиболовых гнейсах.

Ирокиндинское месторождение находится в центральной части пояса в тектоническом блоке, сложенном раннепротерозойскими гнейсами, известняками и амфиболитами. Разноориентированные полого залегающие жилы выполнены кварцем и карбонатами, содержащими золото, пирит, галенит, халькопирит и другие сульфиды. Для Верхне-Сакуканского, Юбилейного месторождений характерны золоторудные зоны смятия и золотоносные кварцевые жилы, контролируемые пологими разрывными нарушениями.

В пределах пояса находятся также месторождения Hg-Sb в кремнисто-карбонатных породах (Келянское), Sn порфирирового типа (Моховое). Келянское месторождение ртути представлено согласными зонами прожилково-вкрапленных руд низкотемпературного гидротермального генезиса в раннекембрийских доломитах. Месторождение Моховое состоит из линз касситерит-гематит-магнетит-халькопиритового состава мощностью 3–15 м, которые уходят на глубину 110 м.

Значительный интерес представляет Молодежное месторождение хризотил-асбеста, содержащее эллипсоидную залежь размером 700×400 м в пределах гарцбургит-дунитового массива. Здесь центральное гарцбургитовое ядро окружено асбестоносными серпентинитами. Известны месторождения полиметаллов и небольшие полигенные месторождения Mo, Sn, W.

Таким образом, площадь Муйской рудной зоны является одной из наиболее богатых минеральным сырьем территорий в Бурятии.

Рудные пояса Байкало-Витимского аккреционно-коллизийного металлогенического пояса

Отличительной особенностью рудных поясов здесь является их положение вблизи расположенной к юго-востоку, за

линией Монголо-Охотской сутуры, территории интенсивного развития внутриплитного орогенеза, что привело к проникновению процессов тектоники, магматизма и рудообразования в структуры аккреционно-коллизии природы. Таким образом, в пределах Байкало-Витимского металлогенического пояса проявлены и древние, и молодые (мезозойская) эпохи рудообразования. В состав упомянутого металлогенического пояса входят следующие рудные пояса: Селенгинский, Еравнинский, Хилокский, Верхне-Витимский (Амалатский), Каренский.

Еравнинский рудный пояс находится в Центральном Забайкалье, где протягивается на 370 км при ширине около 90 км. Предполагается, что это окраина островодужного террейна, которая сложена вулканогенно-осадочными породами олдындинской свиты риолит-дацитового, дацитового, андезит-дацитового и риолитового состава. Распространены терригенные толщи иташинской свиты, прослой известняков, углисто-карбонатных сланцев, песчаников, а также субвулканические штокообразные и силлоподобные тела лавобрекчий, дайки и силлы диабазовых и андезитовых порфиритов. Наиболее молодыми являются молассовые пестроцветные отложения девона. Венд-кембрийские отложения сохранились в виде останцов (Озернинского, вмещающего рудные объекты, и других) среди гранитоидов Баргузино-Витимского батолита.

В составе пояса около двадцати стратиформных колчеданных, сульфидно-полиметаллических, железоокисных месторождений и рудопроявлений, среди которых – крупное Озерное колчеданно-полиметаллическое полигенного типа, Ульзутуйское, Звездное, Назаровское, медные месторождения Гундуй и Туркул в осадочных породах, известны также проявления железа (Магнетитовое, Аришинское, Гурвунур, Северный

Гурвунур), марганца (Октябрьское), апатита (Гурвунур, Северный Гурвунур), золота, серебра, флюорита, бария, бора.

В пределах пояса месторождения приурочены к депрессионным структурам, которые формировались вдоль зон разломов северо-восточного простирания. Стратиформные пластовые залежи сульфидных полиметаллических и железных руд располагаются ярусно. Отдельные пластовые залежи разделяются прослоями осадочных и туфогенных пород.

Наиболее крупное Озерное колчеданно-полиметаллическое полигенное месторождение, расположенное в депрессионной структуре, представлено рудными телами пластообразной, ленточной, линзовидной, жильной и сложной формы протяженностью до 2000 м, мощность до 40 м, прослежено на глубину до 350 м. Руды преимущественно цинковые с примесью Pb, Ag, Cd, Fe, Tl, S, Ba. Главные минералы – пирит, сфалерит, галенит, барит, сидерит, магнетит. Второстепенные – арсенопирит, халькопирит, пирротин, марказит, блеклые руды, самородное серебро, аргентит, золото, борнит, станнин. Жильные минералы – кварц, кальцит, доломит, родохрозит, флюорит и другие. Интенсивно проявлен кремнещелочной метасоматоз (скарнирование, аргиллизация, калишпатизация).

В этом же поясе находится Эгитинское месторождение флюорита, включающее 23 рудных тела, которые концентрируются в трех зонах разрывных нарушений, пересекающих в близширотном направлении крупный ксенолит известняков.

Балансовые запасы сосредоточены в рудных телах 1, 3 и 15. Руды Эгитинского месторождения относятся к кварц-карбонат-флюоритовому типу, содержание флюорита изменяется от 5 до 95% и составляет в среднем по месторождению 52,09%. Основными минералами в рудах являются флюорит, кварц, кальцит,

гидрослюды, полевые шпаты, лимонит, псиломелан, пиролюзит. Флюоритовые рудные тела сопровождаются первичными ореолами фтора, бериллия, бария, серебра, меди, цинка, свинца и молибдена.

Верхне-Витимский рудный пояс находится на территории Витимского плоскогорья, где протягивается в северо-восточном направлении на 250 км, как бы продолжая вышеописанный Еравнинский пояс. Гетерогенный кристаллический фундамент состоит из архей-протерозойских блоков (глыб), сложенных гранат-биотитовыми сланцами, гнейсами, амфиболитами, мраморами. Сшивающие комплексы включают терригенно-карбонатные толщи палеозоя. Распространены палингенные гранито-гнейсы баргузинского комплекса, гранитоиды верхнепалеозойского витимканского комплекса.

Отличительной особенностью пояса является формирование системы мезозойских приразломных впадин, образующих Амалатскую и Витимскую депрессионные зоны. Кроме того, в этой зоне широко развиты кайнозойские терригенно-базальтовые отложения (сероцветные конгломераты, гравелиты, песчаники, несколько покровов оливиновых базальтов и их туфов).

С мезо-кайнозойским этапом развития связано урановое рудообразование, формирование россыпей золота и редкоземельной минерализации.

Месторождения урана имеют промышленное значение и образуют второй по значению в Восточной Сибири Витимский урановорудный район [13]. Установлено два типа месторождений: инфильтрационные месторождения в раннемеловых отложениях (Имское, Сайжеконское и другие) и палеодолинные гидрогенные месторождения (Хиагдинское, Вершинное, Тетрах).

Первая группа месторождений инфильтрационного типа, в частности Имское месторождение, характеризуется

линзовидными и пластовыми телами, сформировавшимися на геохимических барьерах при переходе сероцветных осадочных пород в красноцветные. Уран присутствует в виде тонкодисперсных окислов в ассоциации с углистым веществом и сульфидами. Второй тип представлен Хиагдинским рудным полем, в котором лентообразные залежи локализируются вдоль неогеновых палеодолинных отложений под покровами основных эффузивов Амалатского плато базальтов. Палеодолины грубо совпадают с современными речными долинами и контролируются зонами разломов. Урановая минерализация – это тонкодисперсный настуран, реже коффинит. В рудах установлены скандий, иттрий, лантаноиды. Перспективы освоения урановых месторождений Витимского района связываются с возможностью добычи урана выщелачиванием с применением скважинного или блочного подземного способа, что было доказано проведенными работами. Таким образом, этот рудный пояс отличается формированием экзогенных месторождений мезозойского и кайнозойского возраста.

Заключение

Основными особенностями геологического строения и рудоносности рассмотренных рудных поясов являются следующие.

1. Рудные пояса окраинно-континентального типа представляют собой системы блоков фундамента с перекрывающими и сшивающими комплексами; преобладают докембрийские и раннепалеозойские геологические формации.

2. Главными полезными ископаемыми рудных поясов этого типа являются крупные полиметаллические стратиформные, флюорит-полиметаллические месторождения, золоторудные месторождения флюидно-метаморфогенного и кварцево-жильного типов, урановая минерализация в древних вулканитах. Главными металлогеническими эпохами

являются палео- и неопротерозойские.

3. Аккреционно-коллизийные рудные пояса содержат различные по природе террейны, фрагменты островных дуг, формации субдукционных и коллизийных геодинамических обстановок. Центральную часть территории занимает Баргузино-Витимский батолит (литоплит) с длительной историей формирования.

4. Среди полезных ископаемых этих рудных поясов ведущими являются

крупные стратиформные месторождения медистых песчаников, свинцово-цинковых руд, железистых кварцитов, гидротермальные месторождения золота, молибдена, вольфрама и флюорита. Рудные пояса, расположенные на юге территории, вблизи Монголо-Охотской сuture, испытали значительное влияние внутриплитных процессов магматизма и рудообразования мезозойского возраста, которые широко проявлены к югу и юго-востоку, в Шилка-Аргунском междуречье.

Библиографический список

1. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Кузьмин М.И. Северо-Азиатский суперплюм в фанерозое: магматизм и глубинная геодинамика // Геотектоника. 2000. № 5. С. 3–29.

2. Добрецов Н.Л., Кердяшкин А.Г., Кердяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 409 с.

3. Семинский Ж.В. Металлогенические пояса Юго-Восточной Сибири // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2006. № 3 (29). С. 5–15.

4. Оболенский А.А., Кузьмин М.И., Родионов С.М., Ноклеберг У.Дж., Берзин Н.А., Дистанов Э.Г., Сотников В.И., Семинский Ж.В., Смелов А.П., Дежидмаа Г., Огасавара М., Ханчук А.И., Хванг Д.Х., Янь Х. Террейновая металлогения Центральной и Северо-Восточной Азии (результаты работ по международному проекту) // Актуальные проблемы рудообразования и металлогении: Тез. докл. Междунар. совещ., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Кузнецова В.А. Новосибирск, 10–12 апреля 2006 г. Новосибирск: Гео, 2006. С. 168–169.

5. Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., Бадарч Г., Беличенко В.Г., Булгатов А.Н., Дриль С.И., Кириллова Г.Л.,

Кузьмин М.И., Ноклеберг У., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Томуртоого О., Янь Х. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 36, № 6. С. 7–41.

6. Nokleberg W., Kuzmin M., Khanchuk A., Seminskiy Zh. Metallogeneses and tectonics of Northeast Asia // U.S. Geological Survey Professional Paper 1765. 2010. Menlo Park, CA. P. 624.

7. Месторождения Забайкалья / под ред. Н.П. Лаверова. М.: Геоинформмаркет, 1995. 244 с.

8. Рудные узлы России / ред. Е.В. Плющев. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2001. 416 с.

9. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республика Саха (Якутия). М.: Наука/Интерпериодика, 2001. 571 с.

10. Семинский Ж.В. Внутриплитные рудные пояса Забайкалья // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2011. № 2 (39). С. 55–60.

11. Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Нефедьев М.А., Орсов Д.А. Геолого-геофизические, прогнозно-металлогенические исследования и перспективы освоения минеральных ресурсов Северо-Байкальского рудного района // Известия

Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 2 (45). С. 5–18.

12. Чечеткин В.С., Трубачев А.И. Металлогения меди Центрально-Азиатской провинции // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской

ской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 3 (46). С. 5–14.

13. Самович Д.А., Царук И.И., Кокарев А.А., Гаврилов Л.П., Митрофанов Е.А., Коротких С.Ю. Минерально-сырьевая база урана Восточной Сибири. Иркутск: Глазковская типография, 2012. 164 с.

References

1. Yarmolyuk V.V., Kovalenko V.I., Kuz'min M.I. North-Asian superplume in the Phanerozoic: magmatism and deep geodynamics. *Geotektonika* [Geotectonics], 2000, no. 5, pp. 3–29. (In Russian).

2. Dobretsov N.L., Kerdyashkin A.G., Kerdyashkin A.A. *Glubinnaya geodinamika* [Deep geodynamics]. Novosibirsk: The Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2001, 409 p.

3. Seminskii Zh.V. Metallogenic belts of South-Eastern Siberia. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdenii* [Proceedings of the Siberian Branch of the Earth Sciences Section of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits], 2006, no. 3 (29), pp. 5–15. (In Russian).

4. Obolenskii A.A., Kuz'min M.I., Rodionov S.M., Nokleberg U.Dzh., Berzin N.A., Distanov E.G., Sotnikov V.I., Seminskii Zh.V., Smelov A.P., Dezhidmaa G., Ogasavara M., Khanchuk A.I., Khvang D.Kh., Yan' Kh. Terrain Metallogeny of Central and North-East Asia (results of the international project). *Aktual'nye problemy rudoobrazovaniya i metallogenii: Tez. dokl. Mezhdunar. soveshch., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. akad. Kuznetsova V.A.* [Actual Problems of Ore Formation and Metallogeny: Abstracts of the International Conference devoted to the 100th birth anniversary of the Academician V.A. Kuz-

netzov]. Novosibirsk: Geo Publ., 2006, pp. 168–169. (In Russian).

5. Parfenov L.M., Berzin N.A., Khanchuk A.I., Badarch G., Belichenko V.G., Bulgatov A.N., Dril' S.I., Kirillova G.L., Kuz'min M.I., Nokleberg U., Prokop'ev A.V., Timofeev V.F., Tomurtogoo O., Yan' Kh. A model for the formation of orogenic belts in Central and Northeast Asia. *Tikhookeanskaya geologiya* [Russian Journal of Pacific Geology], 2003, vol. 36, no. 6, pp. 7–41. (In Russian).

6. Nokleberg W., Kuzmin M., Khanchuk A., Seminskii Zh. Metallogeny and tectonics of Northeast Asia. U.S. Geological Survey Professional Paper 1765, 2010, Menlo Park, CA, p. 624.

7. Laverov N.P. *Mestorozhdeniya Zabaikal'ya* [Transbaikalian Deposits]. Moscow: Geoinformmarket Publ., 1995. 244 p.

8. Plyushchev E.V. *Rudnye uzly Rossii* [Ore Clusters in Russia]. Saint-Petersburg: A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute Publ., 2001, 416 p.

9. *Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respublika Sakha (Yakutiya)* [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the Republic of Sakha (Yakutia)]. Moscow: Nauka/Interperiodika Publ., 2001, 571 p.

10. Seminskii Zh.V. Intraplate ore belts of Transbaikalia. *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 of the Russian Academy of Natural Sciences. *Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits*, 2011, no. 2 (39), pp. 55–60. (In Russian).

11. Gordienko I.V., Bulgatov A.N., Nefed'ev M.A., Orsoev D.A. Geological and geophysical, forecast-metallogenic researches and exploration prospects of North Baikal ore district mineral resources. *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 of the Russian Academy of Natural Sciences. *Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits*], 2014, no. 2 (45), pp. 5–18. (In Russian).

12. Chechetkin V.S., Trubachev A.I. Central Asian Province Copper Metallogeny. *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 of the Russian Academy of Natural Sciences. *Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits*], 2014, no. 3 (46), pp. 5–14. (In Russian).

13. Samovich D.A., Tsaruk I.I., Kokarev A.A., Gavrillov L.P., Mitrofanov E.A., Korotkikh S.Yu. *Mineral'no-syr'evaya baza urana Vostochnoi Sibiri* [Mineral and Raw Materials Base of Eastern Siberia Uranium]. Irkutsk: Glazkovskaya tipografiya Publ., 2012, 164 p.

Критерии авторства

Семинский Ж.В. написал статью и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 04.09.2017 г.

Authorship criteria

Seminsky Zh.V. has written the article 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.

The article was received 04 September 2017