

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.030
УДК 553.078(571.54/55)

Т. В. Серавина, А. А. Конкина

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов (ФГБУ ЦНИГРИ), Москва, Россия

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДОКЕМБРИЙСКИХ СТРАТИФОРМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВИНЦА И ЦИНКА СИБИРИ

Аннотация

Наиболее крупные докембрийские стратиформные месторождения свинца и цинка Сибири относятся к типу SEDEX. В настоящей работе рассматриваются месторождения в терригенно-карбонатных и карбонатных формациях как имеющие наибольшее распространение на территории РФ. Докембрийские стратиформные месторождения расположены в пределах следующих минерагенических зон: Ангаро-Большепитская (Горевское и др.), Прибайкальская (Таборное и др.), Кыллахская (Сардана), Приаргунская (Воздвиженское и др.).

Ключевые слова:

свинец, цинк, SEDEX, колчеданно-полиметаллические месторождения, минерагеническая зона, рудный район, геологические формации.

T. V. Seravina, A. A. Konkina

Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals,
Moscow, Russia

FEATURES OF LOCALIZATION OF PRECEMBRIAN STRATIFORM DEPOSITS OF LEAD AND ZINC OF SIBERIA

Abstract

The largest Precambrian stratiform deposits of lead and zinc of Siberia belong to the SEDEX type. In this work, deposits in terrigenous-carbonate and carbonate formations are considered as having the greatest distribution on the territory of the Russian Federation. Precambrian stratiform deposits are located within the following mineragenic zones: Angaro-Bolshepitskaya (Gorevskoye and others), Pribaikalskaya (Tabornoye and others), Kyllakhskaya (Sardana), Priargunskaya (Vozdvizhenskoye and others).

Keywords:

lead, zinc, SEDEX, pyrite-polymetallic deposits, mineragenic zone, ore region, geological formations.

Наиболее крупные докембрийские стратиформные месторождения свинца и цинка Сибири относятся к типу SEDEX — в углеродисто-терригенных, терригенно-карбонатных и карбонатных формациях. Последние рядом исследователей выделяются в самостоятельный тип месторождений — MVT (Mississippi Valley-type). Общим для всех месторождений SEDEX является формирование в застойных обстановках осадконакопления окраинных и внутриконтинентальных морей. Суммарные запасы свинца и цинка в докембрийских месторождениях составляют примерно 30 % по миру и 60 % по Российской Федерации. При этом добыча в РФ из месторождений фанерозоя и докембрия примерно равна 51 и 49 % соответственно. Добыча из докембрийских месторождений типа MVT составляет 100 %, поскольку группа типа SEDEX представлена одним Холоднинским месторождением, освоение которого в настоящее время приостановлено, что является основным отличием МСБ РФ от мировой. В то же время в ряде регионов докембрийские углеродисто-терригенные и терригенные отложения пользуются широким распространением,

что является потенциалом заметного расширения МСБ за счет месторождений данного типа. В качестве примера приведем Ангаро-Большепитскую минерагеническую зону, в пределах которой выявлено Линейное месторождение в позднерифейских углеродисто-терригенных отложениях и ряд рудопроявлений.

В настоящей работе рассматриваются месторождения в терригенно-карбонатных и карбонатных формациях как имеющие наибольшее распространение на территории РФ. Докембрийские стратиформные месторождения расположены в пределах следующих минерагенических зон: Ангаро-Большепитская (Горевское, Блохинское, Линейное, Крутое Морянихинское, Меркурихинское и др.), Прибайкальская (Таборное, Хибиленское, Луговое и др.), Кыллахская (Сардана), Приаргунская (Воздвиженское, Савинское № 5, Акатуй и др.).

Рудоконтролирующими структурами служат локальные палеодепрессии высоких порядков. Основная масса рудной минерализации стратифицирована, поэтому можно повсеместно наблюдать тонкослоистые горизонты, локально развиты штокверковые и брекчиевые руды, которые обычно маркируют участки рудоподводящих каналов (Викентьев, 2004). Большинство месторождений испытали деформации в связи со складчатостью, региональным или контактовым метаморфизмом, поэтому рудные залежи претерпели перекристаллизацию, частичную или даже полную мобилизацию.

Ангаро-Большепитская минерагеническая зона характеризуется развитием двух формационных комплексов: сухопитского (R_1 – R_2) вулканогенно-терригенно-сланцевого и тунгусикского (R_3) вулканогенно-терригенно-карбонатного. Сухопитский комплекс является подрудным для свинцово-цинковых месторождений и по объему соответствует одноименной серии среднерифейских отложений (свиты кординская, горбилкокская, удерийская и погорюйская), обнажающихся в юго-восточной части Сухопитского блока. Эта структура определяется также как Сухопитский антиклинорий и горст-антиклинорий (Кузнецов, 2016).

В составе сухопитского формационного комплекса выделяются две формации: вулканогенно-сланцевая и песчано-сланцевая (аспидная).

Вулканогенно-сланцевая формация по объему соответствует горбилкокской свите. В составе формации преобладают две группы пород — сланцы и вулканиты. Однозначно определяется лишь сланцевая составляющая. Что же касается вулканитов, то они значительно изменены процессами метаморфизма и в связи с этим утратили многие свои первоначальные черты, что, хотя и значительно затрудняет их реконструкцию, но не исключает ее полностью.

Песчано-сланцевая (аспидная) формация. Для нее характерно монотонное ритмичное или неупорядоченное переслаивание глинистых и алевролитоглинистых сланцев и филлитов с кремнистыми алевролитами и реже кварцевыми мелкозернистыми песчаниками.

Тунгусикский формационный комплекс является рудовмещающим для месторождений свинца и цинка региона. В его составе выделяются следующие геологические формации: песчано-глинисто-сланцевая, углеродисто-кремнисто-карбонатная, вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенная, терригенно-риолит-базальтовая (контрастная антидромная), углеродисто-известняковая (флишоидная), вулканогенно-терригенная и риолит-андезит-базальтовая (последовательная). Перечисленные формации тунгусикского комплекса

разделяются на формации поднятий, их склонов и прогибов и образуют латерально-вертикальные ряды.

Формации прогибов и склонов поднятий. Песчано-глинисто-сланцевая формация развита практически повсеместно, слагая основания разреза тунгусикского комплекса, в составе формации преобладает тонкое, неупорядоченное прерывистое, линзовидное переслаивание глинистых, алевроглинистых сланцев и кварцитовидных алевролитов, реже мелкозернистых песчаников. Соотношение глинистой и алевролитовой составляющих может несколько варьировать как по разрезу, так и по латерали. Среди рассматриваемых отложений выделяется один обобщенный литотип, отвечающий обстановкам осадконакопления сублиторальной (неритовой) зоны. Формирование осадков происходило выше базиса волнения.

Вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенная формация наиболее широко развита в северной части площади, где слагает Меркурихинскую, Морянихинскую и другие складчатые структуры. Здесь она и наиболее изучена по керну скважин. К ней приурочены Морянихинское месторождение и многие рудопроявления. Для формации характерна высокая фациальная изменчивость составляющих, особенно в ее нижней части. Тем не менее уверенно прослеживается ее двухчленное строение, позволяющее выделить две субформации — нижнюю и верхнюю. В составе нижней субформации преобладают карбонатные образования, а в верхней — глинисто-терригенные. В породах нередко фиксируется примесь нацело измененного (серицитизированного, хлоритизированного, карбонатизированного) эксплозивного материала. В составе разрезов нижней субформации выделяются следующие генетические типы: 1) биогермно-биостромовый тип водорослевых железистых доломитов; 2) хемогенный тиховодный тип доломитов и известняков; 3) механогенный (волновой течениевый) тип доломитовых и известняковых интракластитов.

В составе отложений верхней субформации выделяется один обобщенный генетический тип отложений — углеродистые пиритоносные сланцы застойных пелагических обстановок осадконакопления и ассоциирующие с ними карбонатно-глинистые отложения. Единичные маломощные слои карбонатно-глинисто-алевритовых турбидитов соответствуют элементам инъеक्टивного режима осадконакопления. Наиболее полно соответствует геологической и палеогеографической обстановке морского палеобассейна тип глубоководного эвксинского бассейна с органической циркуляцией, обусловленной существованием мелкодонного порога.

Углеродисто-кремнисто-карбонатная формация имеет постепенные переходы к подстилающей формации и вмещает Горевское месторождение. В составе отложений формации выделяются следующие генетические типы: хемогенные тиховодные пелагические карбонатные и углеродсодержащие глинистые отложения, хемогенные карбонатные и кремнисто-карбонатные отложения со значительной долей эксгальционного материала.

Наибольший интерес представляет верхняя сланцево-карбонатная субформация. Важной особенностью ее разреза является наличие хемогенных железомарганцевых карбонатных пород, фациально не выдержанных и замещающихся на коротком расстоянии кремнисто-известковистыми и доломитовыми отложениями.

Углеродисто-известняковая (флишоидная) формация сложена известняками, алевроглинистыми известняками, слабоалевритистыми известняками, углеродсодержащими глинистыми известняками. Наиболее распространены слоистые (от микро- до толстослоистых), часто ритмично-слоистые породы с широким развитием градационной, косой слоистости.

В составе формации выделяются следующие генетические типы пород: 1) механогенные отложения карбонатного и силикатного состава, карбонатные турбидиты, тиховодные пелагические отложения силикатного состава, оползневые карбонатные отложения, брекчиевые (осыпные), связанные с оползневыми процессами; 2) хемогенные тиховодные пелагические карбонатные отложения; 3) хемогенные со значительной долей эксгальционного материала.

Формации поднятий. В этой обстановке образовались две последовательно сменяющих друг друга вулканогенных формации — контрастная и последовательная, приуроченные к палеоподнятиям. Ввиду плохой обнаженности и недостаточной изученности продуктов вулканической деятельности выделение двух формаций вулканогенного ряда является в достаточной мере условным.

Основываясь на наших исследованиях и работах Т. Я. Корнева, А. С. Аладымкина, Г. Н. Бровкова, В. Г. Пономарева, Ю. А. Забирова, В. В. Кузнецова, М. М. Лапшина и других, можно выделить следующие рудно-формационные типы месторождений.

1. Свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных комплексах. Рудоносная геологическая формация — вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенная и вулканогенно-терригенно-известково-доломитовая субформация. Рудовмещающие палеоструктуры — биогермные постройки на склонах палеоподнятий. В пределах формации выделяется два минеральных типа месторождений: галенит-сфалеритовый в силицит-доломитовых и кремнисто-доломитовых породах и пирит-галенит-сфалеритовый в доломитовых, глинисто-доломитовых и известково-доломитовых породах. Представители формации: Морянихинское, Меркурихинское, Крутое, Сухопитское, Токминское и другие месторождения и рудопроявления.

2. Колчедансодержащий цинково-свинцовый в кремнисто-карбонатных комплексах. Рудоносная формация — углеродисто-кремнисто-карбонатная, сланцево-карбонатная субформация. Рудовмещающие структуры — палеовпадины между палеоподнятиями. Минеральные типы месторождений — (пирит-пирротин)-сфалерит-галенитовый в сидеритовых и силицит-сидеритовых породах и пирит-(пирротин)-галенит-сфалеритовый в силицитовых, доломит-силицитовых и сидерит-силицитовых породах. Примерами месторождений могут служить Горевское, Пихтовое, Блохинское и др.

3. Колчеданно-полиметаллический в терригенных комплексах. Рудоносная формация — вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенная, вулканогенно-карбонатно-терригенно-углеродисто-сланцевая субформация. Рудовмещающие структуры — палеовпадины в присклоновых частях палеопрогибов. Минеральные типы месторождений — галенит-сфалерит-пиритовый в глинисто-углеродистых, кремнисто-углеродистых породах и сфалерит-халькопирит-пиритовый в вулканогенно-углеродистых и вулканогенно-углеродисто-кремнистых породах. Примеры месторождений — Линейное, Лимонитовое и Подлунное.

Прибайкальская минерагеническая зона представляет собой линейную зону, определяющуюся выходами на поверхность пород позднерифейского возраста, которые относятся к байкальскому формационному комплексу. Подстилающими отложениями служат породы среднепротерозойской вулканогенной формации. Галенит-сфалерит-флюоритовые стратиформные месторождения характерны для всех геологических формаций, слагающих формационный комплекс. Особенности стратиформного оруденения определяются особенностями геотектонического развития Байкальской складчатой области в позднем протерозое (Кузнецов, Серавина, 2019).

В пределах Прибайкальской минерагенической зоны выделяются четыре рудных района: Ульканский, Сарминский, Ушаковский и Западный. Все значимые стратиформные свинцово-цинковые месторождения находятся в пределах Ульканского рудного района, площадь которого определяется развитием пород Байкальского формационного комплекса, приуроченных к палеопрогнбу и флексуорообразной складке рудовмещающих пород.

В пределах Байкальского формационного комплекса выделяются следующие геологические формации.

1. Сланцево-доломитовая, разрез которой имеет трехчленное строение. Низы разреза формации сложены глинисто-серицит-хлоритовыми и алевролитовыми породами с прослоями известняков, средняя часть — кристаллическими доломитами и песчаниками, а верхняя — онколитовыми доломитами с прослоями песчаников, что указывает на существование в это время биогермных построек.

2. Сланцево-карбонатная. В низах разреза формации преобладают глинистые сланцы и алевролиты, в подчиненном количестве наблюдаются известковистые доломиты и доломиты, верхняя часть разреза сложена строматолитовыми известняками с прослоями алевролитов. Здесь, как и в предыдущей формации, существовали биогермные постройки.

3. Алевроито-песчаниково-сланцевая. В ее составе основное значение имеют алевролиты, песчаники и сланцы, с незначительными прослоями глинистых доломитов.

Перекрывает разрез байкальского комплекса алевроито-песчаниково-гравелитовая формация, имеющая отчетливо трехчленное строение: верхняя и нижняя части — грубообломочные, а средняя — алевроитоглинистая.

Свинцово-цинковые с флюоритом месторождения имеют пластовую форму рудных тел и локализованы в пределах сланцево-доломитовой и сланцево-карбонатной формаций непосредственно на склонах биогермных построек. Образование рудовмещающих формаций происходило в прибрежно-мелководных условиях замкнутых лагун, образованных в унаследованных впадинах (Тычинский и др., 1984).

В пределах наиболее хорошо изученных месторождений (Таборное, Хибиленское, Анайское, Луговое, Ирельское и др.) отмечается ритмичное строение рудовмещающих формаций, которое фиксируется в разрезе наличием циклов осадконакопления. Трангрессивная часть циклов представлена известняками, доломитами, доломитовыми известняками, а регрессивная — терригенными породами. Характерной особенностью размещения свинцово-цинкового оруденения является его отчетливая связь с ритмичным характером напластования пород, что обусловило многоярусное строение руд (Алексеев,

1975). Наиболее мощные и богатые рудные тела приурочены к зонам контактов карбонатных, высокоуглеродистых терригенных пород и тальцитов.

Преобладают руды массивной и слоистой текстуры, а прожилково-вкрапленные фиксируют зоны подводящих каналов. Свинцово-цинковое оруденение — первично-гидротермально-осадочное, претерпевшее значительные изменения на стадии регионального метаморфизма.

Свинцово-цинковое оруденение *Кыллахской минерагенической зоны* локализовано в карбонатных породах, преимущественно в доломитах верхнеюдомской подсветы венда. Для месторождений рудовмещающей является глинисто-доломито-известняковая формация, в которой соотношение литологических разностей равно соответственно 10, 40 и 50 %. Рудные тела залегают в сахаровидных доломитах матасоматического происхождения. Преобладающий тип руд — галенит-сфалеритовый (Добровольская, Шадлун, 1974).

Приаргунская минерагеническая зона. К древним образованиям Приаргунья относятся слюдистые сланцы, кварциты, мрамора, мигматиты, слагающие отдельные небольшие блоки в юго-восточной части района. Значительно шире здесь развиты гнейсо-граниты и гранитоиды. Большинство исследователей относит эти образования к верхнему архею — протерозою. В позднем протерозое в Забайкалье и на сопредельной территории на позднеархейском и раннепротерозойском (рифейском) фундаменте был заложен обширный морской бассейн, где вплоть до позднего кембрия накапливались терригенно-карбонатные и карбонатные формации с толщами пестроцветных пород в верхах разреза. В конце раннего палеозоя произошел орогенез, гранитообразование, и в Приаргунской зоне, и в Верхнем Приамурье наступил, начиная с ордовика, режим «массивов» (Амантов и др., 1966). Позднепротерозойские-верхнекембрийские формации широко распространены в Приаргунской минерагенической зоне, протягиваясь вдоль р. Аргун в виде прерывистой полосы более чем на 150 км. В рассматриваемом районе к карбонатным формациям этого этапа приурочена основная часть свинцово-цинково-колчеданных месторождений в терригенно-карбонатных породах Нерчинско-Заводского (Приаргунского) типа. Венд-кембрийские месторождения Приаргунской МЗ приурочены к вулканогенно-карбонатно-терригенному формационному комплексу венда — нижнего кембрия, который подразделяется на две формации: нижнюю — углеродисто-карбонатно-терригенную (V) и верхнюю — углеродисто-терригенно-карбонатную (С₁₋₂).

Углеродисто-карбонатно-терригенная формация сложена углеродисто-глинистыми, кварцево-слюдистыми алевролитами, метаморфизованными песчаниками и алевролитами или ритмичной пачкой, состоящей из чередования терригенных и карбонатных отложений.

Углеродисто-терригенно-карбонатная формация является наиболее продуктивной для оруденения, сосредоточившей в себе более 90 % запасов свинца и цинка, и представлена переслаивающимися пачками водорослевых и кремнистых доломитов и хемогенных известняков с прослоями глинистых сланцев и алевролитов, линзами осадочных карбонатных брекчий, реже конгломератов. В средней части разреза отмечается флишеидная толща, сложенная глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками с прослоями известняков, доломитов кремнистых пород и туфопесчаников. В Нерчинско-Заводском рудном районе в составе субформации преобладают доломиты,

доломитовые известняки и известняки с прослоями глинистых и мергелистых и углеродистых алевролитов.

Отложения формаций относятся к следующим генетическим типам пород: 1) механогенные отложения карбонатного и силикатного состава, карбонатные турбидиты, тиховодные пелагические отложения силикатного состава, оползневые карбонатные отложения, брекчиевые, связанные с оползневыми процессами; 2) хемогенные тиховодные пелагические карбонатные отложения; 3) хемогенные со значительной долей эксгалационного материала.

В разрезе формаций трудно выделить значительные участки, сложенные только одним из перечисленных типов отложений, удастся наметить только преобладание одного из них. Характерной особенностью турбидитов является присутствие значительных количеств мелко-, тонкообломочного карбонатного материала в составе градационных ритмов. Появление здесь турбидитов указывает на общий глубоководный характер всех ее отложений. Судя по размерности обломочной фракции градационных серий, турбидиты относятся к дистальному типу. Часть их отлагалась, по-видимому, из низкоплотностных мутьевых потоков. К тиховодным пелагическим отложениям силикатного состава относятся углеродсодержащие глинистые, алевритоглинистые сланцы. Причем алевритовая составляющая в отложениях обязана своим происхождением золотому выносу зрелого в минералогическом отношении кварцевого материала. Одновременное обогащение сланцев углеродистым планктоногенным и золотым кварцевым материалами свидетельствует о сравнительно низких скоростях общего осадконакопления во время формирования отложений. Оползневые карбонатные отложения фациально связаны с карбонатными турбидитами, имеют в целом незначительное развитие, указывая на непосредственную близость склона или на существование крупных положительных аккумулятивных форм рельефа (турбидитные конусы выноса). Брекчиевые отложения фациально сочленены с оползневыми отложениями и турбидитами. Хемогенные тиховодные пелагические отложения соответствуют литотипу кристаллически-зернистых, «массивных» известняков с равномерно распределенной терригенной алевритоглинистой примесью. Хемогенные отложения со значительной долей эксгалационного материала соответствуют литотипу железистых, кремнистых доломитов.

Вулканогенно-карбонатно-терригенный формационный комплекс является рудовмещающим для колчеданно-свинцово-цинкового оруденения приаргунского (нерчинско-заводского) рудно-формационного типа, в пределах которого выделяются минеральные типы месторождений — существенно цинковый, существенно свинцовый и свинцово-цинковый, образующие вертикально-латеральные ряды, связанные с фациальными особенностями рудовмещающего разреза.

Углеродисто-карбонатно-терригенная формация включает в себя существенно цинковый тип с соотношением $Pb : Zn = 1,0 : (2,2-4,0)$. Наиболее представительными являются месторождения Савинское № 5 и Ивановское. В рудоносной части разреза Савинского № 5 принимает участие углеродистая известково-алевролитовая толща, к флангам наблюдается сокращение углеродистой составляющей. Оруденение Ивановского месторождения приурочено к карбонатно-сланцевому составу разреза толщи, прорванному штоками и дайками ундинского позднепалеозойского (поздняя пермь), шахтаминского, нерчинско-заводского и кукульбейского рудоносных

магматических комплексов кислого, субщелочного и основного состава. В различных рудных районах присутствуют более мелкие месторождения и рудопроявления свинцово-цинкового типа (Кличкинское и др.).

В углеродисто-терригенно-карбонатной формации выделяются два преобладающих минеральных типа: существенно свинцовый и свинцово-цинковый.

В разных рудных районах существенно свинцовый тип (Кадаинское, Акатуевское и др.) с соотношением $Pb : Zn = (2,0-13,0) : 1,0$ локализуется в породах нижнего кембрия и преобладает над месторождениями и мелкими рудопроявлениями свинцово-цинкового типа (Покровское и др.). Месторождения данного типа характеризуются высокими содержаниями золота и серебра. Наиболее богатыми объектами являются Акатуевское ($Au 2-2,5$ г/т; $Ag 243$ г/т) и Ируновское ($Au 1,03$ г/т, $Ag 182,8$ г/т).

Выше по разрезу субформации выделяется свинцово-цинковый тип с примерно равным содержанием свинца и цинка (Михайловское, Воздвиженское и др.). В отличие от вышеупомянутых минеральных типов, свинцово-цинковый имеет повсеместное распространение в вертикально-латеральном ряду. Характерным является высокое содержание серебра (в среднем 120 г/т).

В целом месторождения Приаргунского типа содержат высокие содержания серебра, а содержания золота распределены неравномерно. Вероятно, повышенная золотоносность ряда месторождений (Ивановское, Акатуевское, Центральное, Ируновское) связана с близостью зон подводящих каналов и поздним привносом золота в ассоциации с шерловым турмалином.

Месторождения локализованы в углеродисто-карбонатно-терригенной формации вендского возраста, которая представлена на месторождениях горизонтом переслаивания углеродсодержащих известняков и алевролитов, с преобладанием алевролитов. Алевролиты представляют собой углеродистые породы с содержанием $S_{орг}$ 0,8–5,8 % и известковистостью до 12 %. Известняки также углеродистые, содержание $S_{орг}$ до 4,5 %, при среднем 1,2–1,7 % (Кузнецов и др., 2018). Рудные тела залегают согласно напластованию вмещающих пород в пологой палеовпадине. Отчетливо выделяется зона подводящего канала, главной рудоконтролирующей структурой для которого является субмеридианальный Цаган-Золотуевский разлом и оперяющая его серия субмеридиональных и северо-восточных разломов, представленных зонами тектонических брекчий мощностью 10–20 м.

Месторождения локализованы в терригенно-карбонатной формации кембрийского возраста, которая представлена известняками с прослоями углеродистых алевролитов и доломитов. Алевролиты представляют собой углеродистые породы с содержанием $S_{орг}$ 0,8–5,8 % и известковистостью до 10 %. Рудные тела залегают согласно напластованию вмещающих пород в пологой палеовпадине и приурочены к контактам известняков с доломитами и углеродистыми алевролитами. Для месторождений характерны секущие рудные тела, контролируемые разрывными нарушениями северо-западного направления, которые характеризуют канальную зону.

Литература

Алексеев Д. Н. Стратиформное свинцово-цинковое оруденение Забайкалья и Прибайкалья // Литология и полезные ископаемые. 1975. № 5. С. 93–102.

Амантов В. А., Котляр Г. В., Попеко Л. И. Стратиграфия и палеогеография верхнего палеозоя Забайкалья и Монголии // Изв. Забайк. фил. Геогр. общества СССР. 1966. Т. 2, вып. 4.

Викентьев И. В. Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд. М.: Научный мир, 2004. 344 с.

Добровольская М. Г., Шадлун Т. Н. Минеральные ассоциации и условия формирования свинцово-цинковых руд. М.: Наука, 1974. 240 с.

Кузнецов В. В. Геолого-генетические основы прогноза и поисков полиметаллических месторождений Сибири // Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных и цветных металлов — состояние и перспективы. М., 2016. С. 34–35.

Кузнецов В. В., Брель А. И., Богославец Н. Н., Елишина С. Л., Кузнецова Т. П., Серавина Т. В. Металлогения Приагрусонской структурно-формационной зоны // Отечественная геология. 2018. № 2. С. 32–43.

Кузнецов В. В., Серавина Т. В. Прогноз и поиски месторождений свинца и цинка в вулканогенных (VMS) и терригенно-карбонатных ассоциациях (SEDEX) // Новые идеи в науках о Земле. 2019. Т. 2. С. 173–176.

Тычинский А. А., Акульшина Е. П., Баулина М. В. Прибайкальский полиметаллический рудный пояс. Новосибирск: Наука, 1984. 135 с.

Сведения об авторах

Серавина Татьяна Валерьевна

кандидат геолого-минералогических наук, заместитель заведующего отделом цветных металлов, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ ЦНИГРИ), tanyaseravina@gmail.com

Конкина Анастасия Александровна

ведущий инженер отдела цветных металлов, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ ЦНИГРИ), akonkina@tsnigri.ru;

Seravina Tatiana Valerjevna

PhD (Geology & Mineralogy), Deputy Head of the Department of Non-ferrous Metals, Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, tanyaseravina@gmail.com

Konkina Anastasia Alexandrovna

Leading Engineer of the Department of Non-ferrous Metals, Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, akonkina@tsnigri.ru