

29. Caborca P. S., Lomakin V. O. Numerical simulation of fluid flow in the jet pump // engineering industry. 2014. Vol. 2. No. 3. URL: <http://www.indust-engineering.ru/issues/2014/2014-3.pdf>.

УДК 553.44.042 (571)

ЗОЛОТО-СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ – ТЕХНОЛОГИЯ И ОПЫТ ИХ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ

Т.В. Серавина, В.В. Кузнецов, А.А. Конкина

Рассмотрены золото-серебросодержащие колчеданно-полиметаллические месторождения основных минерагенических зон РФ и технология их прогноза и поисков. Показано, что большинство месторождений содержат промышленные содержания благородных металлов, а ряд из них обладает уникальными запасами полиметаллических руд с золотом и серебром. Многолетние исследования ЦНИГРИ позволили разработать и успешно применить технологии ведения прогнозно-поисковых работ, основанных на создании прогнозно-поисковых моделей и анализе комплекта карт, отражающих различные характеристики рудного и околорудного пространства.

Ключевые слова: полиметаллические месторождения, VMS, золото, серебро, свинец, цинк, прогнозно-поисковые модели, прогнозно-поисковый комплекс, комплект карт, ГИС-пакет.

Полиметаллические месторождения РФ представлены следующими основными типами: SEDEX – 39 %, VMS – 34 % (в этой группе выделяются также месторождения жильного Нойон-Тологойского типа (VMS_G), доля которых – 3 % от общих запасов, MVT – 23 %. По суммарной добыче свинца и цинка они распределяются следующим образом: 49 % – MVT, 30 % – VMS, 16 % – жильные. Некоторые месторождения в карбонатных и терригенных толщах (типы SEDEX и MVT) характеризуются переменным количеством серебра. Повышенные содержания золота отмечаются лишь в месторождениях типа VMS (в вулканогенных ассоциациях).

Месторождения VMS расположены в таких регионах РФ, как Алтайский край (Рудноалтайская минерагеническая зона), Кемеровская область (Салаирская минерагеническая зона), Республика Тыва (Улугойская минерагеническая зона) и Забайкальский край (Приаргунская минерагеническая зона) [1]. В настоящее время в распределенном фонде недр находится около 10 полиметаллических месторождений, в которых отмечаются повышенные содержания золота и серебра. Запасы золота в этих месторождениях варьируются от 6 до 30 т, а серебра – от 263 до 3500 т. Содержания золота в этих месторождениях составляют от 0,6 до 2 г/т, а серебра от 31 до 121 г/т. Наиболее крупным по запасам золота является Ново-Широкинское месторождение (30 т), а по запасам серебра – Нойон-

Тологойское (3500 т). Эти месторождения расположены в Забайкальском крае. Также среди полиметаллических месторождений РФ есть уникальное по средним содержаниям золота (12 г/т) и серебра (595 г/т) Зареченское месторождение (Алтайский край).

В ЦНИГРИ за долгие годы накоплен богатый опыт прогноза, поиска и оценки золото-серебро-полиметаллических месторождений. Методика прогноза, поиска и оценки таких месторождений базируется на системном анализе обширного геологического материала. Системный подход позволяет конкретнее определить понятия, связанные с объектами прогноза и возможностями выявления объектов при различной степени изученности и опосредования. Это обусловило создание системы «прогноз – поиск – оценка» и разработку рациональных прогнозно-поисковых комплексов применительно к различным обстановкам поисков. При этом решаются следующие задачи:

- разработка принципов формирования рациональных прогнозно-поисковых комплексов;
- определение объектов прогноза и поисков разного ранга: металлогенетическая зона (подзона) – рудный район (узел) – рудное поле – площадь месторождения (перспективный участок);
- формирование моделей объектов поиска и прогноза на базе их признаков применительно к различным обстановкам ведения работ;
- оценка разрешающих возможностей существующих методов;
- создание рациональных прогнозно-поисковых комплексов (ППК).

Синтез информации, полученной при таком анализе признаков и методов их выявления, обеспечивает выбор и обоснование оптимальных схем ведения работ, которые отражают современный уровень знаний и, в то же время позволяет сформировать требования как к геолого-генетическим основам прогнозирования, так и к совершенствованию методов и методик выявления признаков.

Прогнозирование рудных полей (РП) и месторождений (перспективных участков – ПУ) основывается на комплексе факторов и признаков, характеризующих эталонную комплексную прогнозно-поисковую модель искомого типа оруденения и отвечающей, соответственно, эталонному рудному полю или месторождению.

Важным аспектом геологических основ прогнозирования и поисков колчеданного оруденения являются представления о типовых обстановках нахождения месторождений, которые в значительной мере определяются различной степенью дислоцированности и преобразований рудовмещающих структур и рудных тел.

Первая группа – объекты с субгоризонтальным или слабонаклонным положением рудных тел. Вторая группа – месторождения, в которых рудные тела в связи с наложенными дислокациями имеют крутонаклонное положение. К третьей относятся месторождения, рудные тела которых

вследствие наложения особо интенсивных дислокаций, обладают моно-клинальным близвертикальным до запрокинутого залеганием и иногда смяты в складки. В каждой обстановке наблюдаются осложнения условий залегания рудных тел и их преобразования вплоть до переотложения руд с образованием отдельных регенерированных залежей. Изучение и прогнозирование объектов, обладающих большой сложностью строения, в соответствии с поисковыми и оценочными критериями должны сопровождаться получением обширной информации, которая является наиболее наглядной в объёмном выражении.

В результате исследований в ЦНИГРИ разработан специализированный картографический комплект, который с учетом особенностей строения изучаемых объектов и различия обстановок локализации оруденения может видоизменяться по содержанию. Для районов всех типов в него могут входить следующие построения:

- фациально-формационная карта с серией геолого-геофизических разрезов;
- карты поверхностей наиболее важных литолого-стратиграфических подразделений;
- карта палеорельефа подрудных толщ с изоглубинами их залегания;
- карта изомощностей рудовмещающей толщи с выделением частей разреза, контролирующих уровни оруденения и фаций, с которыми тесно ассоциирует оруденение;
- карта изомощностей надрудных толщ;
- геохимические разрезы и планы разных уровней оруденения, прессиопроекции геохимических аномалий рудовмещающей толщи;
- карты районирования геомагнитного и гравитационного полей;
- карты естественного электрического поля (ЕП) и электрического сопротивления;
- карта поисковых критериев и признаков;
- прогнозная карта, в которой произведено расчленение площадей по степени перспективности и определены направления, виды и очередность геологоразведочных работ.

Назначение каждой из составных частей разработанного комплекта заключается в следующем.

Фациально-формационные карты решают следующие задачи: а) выделение площадей развития продуктивных формаций (особенно в перекрытом залегании); б) определение глубины эрозионного среза по отношению к уровням рудолокализации; в) уточнение границ рудных полей (известных и потенциальных), выделение потенциальных перспективных участков.

Карты поверхностей наиболее важных литолого-стратиграфических подразделений с разрезами к ним позволяют проследить положение пале-

оструктур на разных уровнях разреза продуктивных формаций, выделить среди них наиболее перспективные, установить степень их унаследованности в перекрывающих отложениях, что может способствовать прогнозу и оценке погребенного оруденения.

Карты поверхностей основных рудоконтролирующих уровней с данными по изомощностям и фациям рудовмещающих пород позволяют локализовать поиски в пределах рудоконтролирующих структур на различных уровнях рудолокализации. На таких картах выявляются раздувы мощностей рудовмещающих горизонтов, потенциально рудоносные депрессионные структуры, с которыми тесно ассоциирует оруденение. Кроме того, с помощью этих карт оцениваются масштабы потенциально рудоносных структур каждого уровня, что позволяет, в свою очередь, оценивать масштабы прогнозируемого оруденения.

Составление карт изомощностей надрудных толщ позволяет отбраковывать те площади рудных районов, на которых продуктивные уровни располагаются на больших глубинах и ведение поисковых работ в современных условиях экономически нецелесообразно; они же являются основанием для проектирования поисковых скважин и определения их глубин.

Геохимические разрезы и планы для разных уровней рудолокализации с учетом минералогической зональности в рудных телах и ореолах, так же, как и пресс-проекции геохимических аномалий рудовмещающих толщ, позволяют вести разбраковку перспективных участков, выделять рудоподводящие каналы, определять возможное положение залежей с наиболее богатыми содержаниями полезных компонентов и т.д. Используя методы составления разрезов (поперечных и продольных) и планов распределения полезных компонентов, проекций изомощностей рудных тел, проекций распределения средневзвешенных содержаний на мощность, необходимо для установления характера вертикальной и латеральной зональности. Из анализа выявленной картины рудной зональности возможно установление уровня и ориентировки эрозионного среза и определение положения фланговых и центральных частей месторождений и рудных тел.

На геохимических планах отражаются аномалии комплексного (не менее трех элементов) состава. Анализ распределения основных полезных компонентов с использованием ряда известных приемов (в том числе с построением изоконцентрат) проводится на проекциях, отвечающих первичному залеганию рудных тел.

Карта поисковых критериев и признаков может быть составлена как для изученной площади в целом, так и для отдельных уровней рудолокализации. Она является основой для составления результирующей прогнозной карты.

Прогнозная карта, на которой выделяются перспективные, с невыясненной перспективностью и бесперспективные площади с определением рекомендуемых видов работ и их очередности. Эта карта является основ-

ным и завершающим документом, учитывающим все факторы контроля оруденения и определяющим направления и очередность поисковых работ.

При составлении комплекта перечисленных выше карт учитываются данные площадных и профильных геофизических исследований; скважинных геофизических исследований; геохимических работ разного масштаба. Результаты этих исследований представляются также в виде самостоятельных карт, схем, разрезов и т.п.

Анализ комплекта карт закономерностей размещения и прогноза полиметаллического оруденения основан на формировании ГИС-пакета одномасштабных карт масштаба 1:200 000 – 1:10 000 (в зависимости от решаемой задачи), различающихся степенью отражения как общих закономерностей размещения объектов полиметаллического оруденения в геологической среде, так и локальных особенностей форм проявления оруденения и различных типов и видов контроля его локализации. ГИС-пакет имеет слоевую структуру, в которой каждый тематический слой, представляющий то или иное свойство рудовмещающей среды (геохимические и геофизические поля, дистанционные характеристики), включен в систему совместного пространственного анализа его составных компонентов с целью выявления общности и различий совокупной геологической обстановки в различных элементах геологической структуры исследуемых рудных полей. В комплект, кроме имеющихся тематических слоев геологической, геохимической и геофизической нагрузки, включены также слои, более детально характеризующие отдельные геохимические и геофизические свойства рудовмещающих формаций и содержащие информацию о глубинном строении, электрических и магнитных свойствах перспективных участков. Использование слоев с учетом пространственных соотношений их элементов с прямыми признаками рудоносности (рудные месторождения и проявления, рудная минерализация и околорудные изменения и др.) используются для определения потенциала выявления скрытых промышленных объектов, в виде участков, ранжированных по степени перспективности. Результатом анализа комплектов карт являются прогнозные карты, на которых оконтурены перспективные площади ранга поисковый заверочный участок.

При анализе и оценке новых изучаемых объектов используются различные модели, среди которых по Кривцову [2] можно выделить следующие: месторождений (генетические, классификационно-признаковые, статистические, количественные); рудных тел (морфологические, концентрационные, многофакторные – оценочные и разведочные); металлогенических обстановок; рудных формаций; рудообразующих процессов (например, конвективно-рециклинговые плутоногенные и субмаринные) и прогнозно-поисковые.

Генетические модели месторождений характеризуют процессы рудообразования и используются в теории рудогенеза. Классификационные

модели основаны на различных классификациях месторождений (генетическая, геотектоническая, формационная, геохимическая и другие). Эти модели применяются при металлогеническом анализе и прогнозировании, и в них для всех типов месторождений используется комплекс характеристик (элементов модели). Количественные (статистические) модели отражают в цифровом виде распределение полезных компонентов и другие характеристики в пределах месторождений и рудных тел, уровни концентрации. Данные модели имеют широкое применение в региональном и локальном прогнозировании и поисках. Морфологические и концентрационные модели учитывают неоднородность внутреннего строения рудных тел (изменение мощности и содержания рудных компонентов) и позволяют оценивать это через градиенты (увеличение либо уменьшение между точками, заданными на определенных расстояниях). Модели рудообразующих процессов основываются на математическом моделировании совокупности взаимосвязанных факторов и параметров, которые приводят к образованию месторождений с точки зрения вещественного выражения рудообразующих геологических процессов [3]. Прогнозно-поисковые модели представляют собой систему таких характеристик месторождения, которые являются главными прогнозно-поисковыми критериями и признаками и могут быть достоверно опознаны современными методами ГРР. Особенности строения разреза рудоносных формаций вместе с рядом основных характеристик, отражающих геолого-генетическую общность месторождений, составляют основу их прогнозно-поисковых моделей. В качестве главных элементов таких моделей выделяются: рудовмещающие части разреза рудоносной формации с подрудными (дорудными) и надрудными (пострудными) вулканогенными, осадочно-вулканогенными и вулканогенно-осадочными толщами; субпластовые (линзовидные, пластообразные и комбинированные) залежи массивных руд, расположенные согласно со слоистостью на одном или нескольких литолого-стратиграфических уровнях; рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры; метасоматиты кварц-серицитовой формации; горизонты сульфидоносных осадочных пород и обломочных руд, а также кремнистые отложения, несущие оксидные формы Fe и Mn, над залежами массивных руд и на их флангах; эндогенные геохимические ореолы и геофизические аномалии [3 – 8].

Важным элементом прогнозно-поисковой модели колчеданно-полиметаллических месторождений является отчетливо выраженное зональное строение рудных тел, окolorудных метасоматитов и геохимических ореолов. Зональность руд проявляется в закономерном увеличении доли рудообразующих минералов ряда пирит-халькопирит-сфалерит-галенит-барит от лежащего бока залежей к висячему и по латерали по мере удаления от рудоподводящего канала. Этот ряд подтверждается соответ-

ствующим распределением Fe, Cu, Zn, Pb, Ba и элементов-примесей в рудных телах.

Породы лежачего и висячего боков существенно различаются по характеру метасоматических преобразований: в первых на фоне пропилированных изменений широко развиты метасоматиты кварц-серицитолитовой формации, а также воронко- и трубообразные тела выщелоченных пород с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией, фиксирующие положение рудоподводящего канала; во вторых преобладают зеленокаменные изменения со стратиформными зонами надрудной гематитизации и горизонтами кремнистых пород с оксидами железа и марганца [2].

Высокая геохимическая индивидуальность рудных объектов позволяет выделять ореолы месторождений на фоне аномальных геохимических полей и с учетом геохимической зональности уверенно опознавать их надрудные, подрудные и фланговые зоны. Современными геофизическими методами достоверно опознаются такие элементы прогнозно-поисковой модели, как толщи кислых вулканитов в рудовмещающей части разреза рудоносной формации, окологрудные метасоматиты с вкрапленностью сульфидов, а также собственно колчеданные залежи. Таким образом, прогнозно-поисковые модели отражают геологическое строение, а также геофизические и геохимические характеристики конкретного месторождения. В некоторой степени они содержат обобщающий анализ признаков, характерных для оруденения данного типа [2].

С целью оптимизации поисковых и поисково-оценочных работ, особенно на ранних стадиях, когда геологическое пространство вскрывается, изучается и оценивается по единичным пересечениям, формируются *параметрические модели*. Особенностью этих моделей является количественная (параметрическая) оценка признаков, критериев и систем соподчиненных элементов, характеризующих геологическое пространство месторождения применительно к различным его частям. При построении параметрических моделей производится деление геологического пространства месторождения на следующие его части или зоны: собственно рудоносная (РМ), рудоносная фланговая (РФ), собственно надрудная (НРМ), надрудная фланговая (НРФ), надрудная периферийная (НРП), собственно подрудная (ПРМ), подрудная фланговая (ПРФ) и подрудная периферийная (ПРП). В рамках современных геолого-генетических построений и разработанной на их основе методики прогноза, поисков и оценки месторождений колчеданного семейства каждое геологическое пространство описывается системой факторов и признаков, в число которых входят стратиграфо-литолого-фациальные, магматические и структурные (в первую очередь конседиментационные и синвулканические). Также учитываются такие характеристики, как состав, зональность и интенсивность гидротермально-метасоматических изменений; морфологию, состав и положение рудных

тел в структурах месторождений и разрезах рудовмещающих толщ; геохимические и геофизические аномалии, сопровождающие месторождения.

Каждая из зон пространства имеет количественные оценки следующих признаков и критериев или отдельных их элементов: мощность рудоносных, подрудных и надрудных частей рудовмещающего разреза, а также отдельных слагающих их горизонтов и разновидностей пород; соотношение литологических разностей пород; размеры рудоносных структур (выражаются через отношения размеров по горизонтали (по простиранию (L), вкrest простирания (H)) и по вертикали (M), а также через мощности выполняющих структуры пород). На некоторых месторождениях учитываются углы падения бортов структур, полученные при расчете углов выклинивания рудных залежей и рудоносных горизонтов вкrest простирания и по простиранию; параметры зон развития гидротермально-метасоматических пород и рудных тел, выраженные через величины отношений L:H:M; интенсивность проявления рудной минерализации через процентное содержание сульфидов к общему объёму вмещающих пород и величины соотношения главных рудообразующих компонентов; интенсивность первичных и вторичных геохимических ореолов, и их количественные значения [9].

В результате работ по созданию моделей месторождений золота, меди, свинца и цинка еще в начале девяностых годов прошлого века сотрудниками ЦНИГРИ были представлены модели колчеданно-полиметаллических месторождений рудноалтайского типа на бумажных носителях. При этом была разработана структура моделей, выбраны основные параметры, начато сопоставление наиболее крупных объектов. Продолжая эти работы с применением современных методов и технологий цифровой картографии, удалось разработать принципиально новый подход к созданию моделей, основанный на литолого-фациальном анализе околорудного и рудного пространства. При этом увеличилось число сопоставляемых объектов и объем графических материалов, характеризующих параметры рудных тел (добавлены пресс-проекции рудных тел на горизонтальную и вертикальную плоскость, детальные колонки составов и структурно-текстурных особенностей руд и др.). Важной особенностью моделей нового поколения стало объединение всего комплекса информации в единой геоинформационной системе с использованием баз и банков данных.

Сформированные модели состоят из нескольких блоков:

- 1) геолого-фациальная карта масштаба 1:10 000, включающая следующий набор тематических слоев:
 - геологические формации;
 - литолого-фациальный состав пород,
 - зонирование околорудного пространства (с выделением собственно рудоносной, рудоносной фланговой, собственно надрудной, надрудной

фланговой, надрудной периферийной, собственно подрудной, подрудной фланговой и подрудной периферийной зон);

– гидротермально-метасоматические изменения;

– формационные, геологические, фациальные границы и тектонические нарушения;

– линии разрезов или сеть опробования и др.;

2) литолого-фациальные разрезы продольные и поперечные, включающие тот же набор тематических слоев, что и карта, масштаба 1:10 000–1:5 000;

3) продольная пресс-проекция рудных тел на вертикальную, а при необходимости (при горизонтальном залегании) и на горизонтальную плоскость, масштаба 1:10 000;

4) стратиграфическая колонка с указанием положения оруденения;

5) колонка рудной зоны;

6) геометризованная модель месторождения, являющаяся наглядным сопровождением табличной формы параметрических моделей.

Вышеописанная методика была эффективно применена ЦНИГРИ в перспективных регионах Российской Федерации по развитию минерально-сырьевой базы золото-серебро-полиметаллических руд: Рудный Алтай, Забайкалье и Салаир [10]. В пределах Рудноалтайской минерагенической зоны в нераспределенном фонде недр находятся 8 золото-серебро-полиметаллических месторождений и 4 перспективных площади с прогнозными ресурсами высоких категорий, в пределах Салаирской – 4 месторождения и 3 площади, а пределах Приаргунской – 7 месторождений и 1 площадь. Суммарные запасы золота в месторождениях нераспределенного фонда по регионам составляют от 7 до 38 т, а серебра – от 580 до 1800 т. Содержания золота в этих месторождениях варьируются от 0,4...0,7 до 2...2,5 г/т, а серебра – от 12 до 240 г/т.

Из изложенного материала можно сделать ряд выводов.

1. Полиметаллические месторождения РФ в вулканогенных ассоциациях (VMS) обладают уникальной золото-сереброносностью и существенными запасами золота (до 30 т) и серебра (до 3500 т). Месторождения SEDEX и MVT богаты серебром, с незначительными концентрациями золота. Исключением являются объекты Приаргунской минерагенической зоны в терригенно-карбонатных отложениях, в которых содержания золота достигают 4 г/т.

2. В ЦНИГРИ накоплен многолетний опыт по прогнозу и поискам месторождений VMS, SEDEX и MVT в Алтайском крае (Рудноалтайская минерагеническая зона), Кемеровской области (Салаирская минерагеническая зона), Республике Тыва (Улугойская минерагеническая зона), Забайкальском крае (Приаргунская минерагеническая зона), Красноярском крае (Ангари-Большепитская минерагеническая зона) и других регионах. Технология прогнозно-поисковых работ заключается в построении моделей

эталонных рудных полей и месторождений и на их основе в количественной оценке поисковых критериев и признаков. Цифровая картография позволяет анализировать комплекты прогнозных карт (геологических, литолого-фациальных, формационных, геохимических, геофизических, дистанционных и других) и выделять площади для проведения поисковых работ.

3. Уже завершённые поисковые работы позволили выявить ряд новых проявлений со значительными содержаниями золота и серебра: Петровское, Западно-Захаровское (Рудноалтайская минерагеническая зона), Огнево-Заимковская (Салаирская минерагеническая зона) и другие. Проведённая переоценка ряда известных полиметаллических месторождений нераспределённого фонда недр показала, что средние содержания золота в них варьируются от 0,7 до 2,5 г/т, а серебра достигают 240 г/т. Таким образом, с учётом стратиформного характера оруденения увеличиваются перспективы рентабельной отработки этих месторождений.

Список литературы

1. Кузнецов В.В., Серавина Т.В. Прогноз и поиски месторождений свинца и цинка в вулканогенных (VMS) и терригенно-карбонатных ассоциациях (SEDEX) // Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле». М.: РГГРУ, 2019. Т.2. С. 173 – 176.

2. Кривцов А.И., Волчков А.Г. Минина О.В. Месторождения колчеданного семейства. Серия «Модели месторождений алмазов, благородных и цветных металлов» / под ред. А.И. Кривцова. М.: ЦНИГРИ, 2002. 282 с.

3. Кривцов А.И. Методические основы прогнозно-металлогенических построений // Руды и металлы. 2010. № 1. С. 69 – 73.

4. Авдонин В.В. Прогнозирование и поиски колчеданно-полиметаллических месторождений. М.: МГУ, 1995. 52 с.

5. Ваганов В.И., Волчков А.Г., Константинов М.М. Методика крупномасштабного и локального прогноза месторождений цветных, благородных металлов и алмазов. М.: ЦНИГРИ, 1989. 273 с.

6. Кузнецов В.В., Кудрявцева Н.Г., Серавина Т.В. Основы прогноза и поисков колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая. М.: ЦНИГРИ, 2019, 207 с.

7. Ручкин Г.В., Конкин В.Д., Донец А.И. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Вып. «Свинец и цинк». М.: ЦНИГРИ, 2002; 169 с.

8. Серавина Т.В., Инякин А.В. «Прогнозно-поисковые модели полиметаллических месторождений Сибири»// Сб. науч. тр. V Междунар. конф. молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2017. С. 303 – 305.

9. Геолого-генетические основы прогноза и поисков колчеданно-полиметаллических месторождений рудноалтайского типа / В.В. Кузнецов, Н.Г. Кудрявцева, А.Л. Галямов, Т.В. Серавина // Отечественная геология. 2014. № 2. С. 30–38.

10. Серавина Т.В., Кузнецов В.В. Опыт и результаты прогноза и поисков колчеданно-полиметаллических месторождений 2009-2017 гг. // Руды и металлы. 2018. № 3. С. 16-25.

Серавина Татьяна Валерьевна, канд. геол.-мин. наук, зам. зав. отделом, seravina@tsnigri.ru, Россия, Москва, Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов,

Кузнецов Владимир Вениаминович, канд. геол.-мин. наук, зав. отделом, okt@tsnigri.ru, Россия, Москва, Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов,

Конкина Анастасия Александровна, вед. инженер, akonkina@tsnigri.ru, Россия, Москва, Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов

*GOLD-SILVER-CONTAINING POLYMETALLIC DEPOSITS - TECHNOLOGY
AND EXPERIENCE OF THEIR FORECASTING AND PROSPECTING*

T.V. Seravina, V. V. Kuznetsov, A.A. Konkina

Gold-silver-containing pyrite-polymetallic deposits of the main mineragenic zones of the Russian Federation and the technology of their forecasting and prospecting are considered. It is shown that most of the deposits have industrial noble metal contents, and some of them have unique reserves of polymetallic ores with gold and silver. Long-term research by TsNIGRI allowed to develop and successfully apply technologies for conducting forecasting and prospecting works based on creating forecast-prospect models and analyzing a set of maps reflecting various characteristics of the ore and near-ore spaces.

Key words: polymetallic deposits, VMS, gold, silver, lead, zinc, forecast-prospect models, forecast-prospect complex (FPC), a set of maps, GIS package.

Seravina Tatiana Valerievna, candidate of geological and mineralogical sciences, deputy head of the department of non-ferrous metals, seravina@tsnigri.ru, Russia, Moscow, Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals,

Kuznetsov Vladimir Veniaminovich, candidate of geological and mineralogical sciences, head of the department of non-ferrous metals, okt@tsnigri.ru, Russia, Moscow, Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals,

Konkina Anastasiya Aleksandrovna, leading engineer of the department of non-ferrous metals, akonkina@tsnigri.ru, Russia, Moscow, Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals

Reference

1. Kuznetsov V. V., Seravina T. V. Forecast and search for lead and zinc deposits in volcanogenic (VMS) and terrigenous-carbonate associations (SEDEX) // Proceedings of the XIV international scientific and practical conference "New ideas in Earth Sciences". Moscow: rggru, 2019. Vol. 2. Pp. 173-176.
2. Krivtsov A. I., Volchkov A. G., Minina O. V. Deposits of the pyrite family. Series "Models of deposits of diamonds, precious and non-ferrous metals" / ed. by A. I. Krivtsov. Moscow: TsNIGRI, 2002. 282 PP.
3. Krivtsov A. I. Methodical bases of prognostic-metal-genic constructions // Ores and metals. 2010. No. 1. Pp. 69-73.
4. Avdonin V. V. Forecasting and searching for pyrite-polymetallic deposits. Moscow: Moscow state University, 1995. 52 p.
5. Vaganov V. I., Volchkov A. G., Konstantinov M. M. method Of large-scale and local forecast of deposits of non-ferrous, precious metals and diamonds. M.: TSNIGRI, 1989. 273 PP.
6. Kuznetsov V. V., Kudryavtseva N. G., Seravina T. V. Fundamentals of forecasting and searching for pyrite-polymetallic deposits of the Ore Altai. Moscow: TsNIGRI, 2019, 207p.
7. Ruchkin G. V., Konkin V. D., Donets A. I. Methodological guide for estimating forecast resources of diamonds, precious and non-ferrous metals. The issue of "Lead and zinc". Moscow: TsNIGRI, 2002; 169 p.
8. Serafina T. V., Anakin A.V. "Predictive-search model nemetallicheskih fields of Siberia"// Proc. scientific. tr. V international. Conf. young scientists and experts dedicated to the memory of academician A. P. Karpinsky. Saint Petersburg: VSEGEI, 2017. Pp. 303-305.
9. Geological and genetic bases of the forecast and search for pyrite-polymetallic deposits of the rudnoaltay type / V. V. Kuznetsov, N. G. Kudryavtseva, A. L. Galyamov, T. V. Seravina // Russian Geology. 2014. No. 2. Pp. 30-38.
10. Seravina T. V., Kuznetsov V. V. Experience and results of the forecast and search for pyrite-polymetallic deposits in 2009-2017. // Ores and metals. 2018. No. 3. Pp. 16-25.