

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
« С И Б И Р С К И Й  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ  
И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ»  
(АО «СНИИГГиМС»)  
630091, Новосибирск, Красный пр., 67  
Тел./факс (383) 230-94-00  
e-mail: [geology@sniiggims.ru](mailto:geology@sniiggims.ru)  
ИНН 5406587935 КПП 540601001  
р/сч. 40702810844050025180  
Сибирский банк ПАО «Сбербанк»  
БИК 045004641 Кор.счет 30101810500000000641  
ОКПО 01423607 ОКВЭД 72.19  
*13.03.2020* № *04-06/426/1*

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ**  
Управляющий директор  
АО «СНИИГГиМС»,  
академик РАН

М.И. Эпов

*23* марта 2020 г.

### ОТЗЫВ ведущей организации

на диссертационную работу **Инякина Алексея Валерьевича «Условия локализации золото-серебро-полиметаллического оруденения Салаирско-Каменушинского рудного поля, Салаирский Кряж»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 - Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Диссертационная работа, объемом 164 стр., состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы (75 наименований), 98 рисунков и 6 таблиц. В ней сформулированы и защищаются четыре основных положения.

В представленной работе изложены результаты геологических исследований автора в период с 2015 по 2017 гг. во время полевых и камеральных работ в рамках Государственного контракта «Поисковые работы с оценкой перспектив колчеданно-полиметаллического с золотом оруденения основных рудных районов и узлов Салаирской металлогенической зоны» и с 2017 по 2019 гг. камеральных работ по подготовке диссертации. Работа основана на большом фактическом материале, собранном и обработанном при личном участии А.В. Инякина. Этот материал способствовал изучению стратиграфических, литолого-фациальных, петрографических, петрохимических и минералого-геохимических особенностей рудовмещающих толщ и рудной минерализации с широким применением современных аналитических методов, способов обработки и интерпретации полученных данных.

**Актуальность исследований** состоит в том, что в пределах Салаирского кряжа, перспективного региона на обнаружение колчеданно-полиметаллического оруденения, с конца 60-х годов прошлого столетия не происходило работ по увеличению минерально-сырьевой базы на цветные металлы, а находящийся в городе Салаир химический комбинат, осуществлявший добычу колчеданно-полиметаллических и медно-колчеданных руд (из месторождений Кварцитовая Сопка и Каменушинское) в небольших объемах, был остановлен в 2013 г. В связи с этим постановка работы по созданию поисковых моделей, необходимых для выявления новых колчеданно-

полиметаллических месторождений и увеличению запасов на флангах известных объектов, является задачей весьма актуальной.

**Научная новизна работы** заключается в том, что с использованием структурно-формационного, литолого-фациального, палеоструктурного и рудно-формационного анализов, образование структуры Салаирского рудного района, отвечающего крупной вулканотектонической депрессии, разделено на два этапа. При этом поздний этап является значительно более продуктивным в отношении образования колчеданно-полиметаллического оруденения, чем ранний, и связан с породами контрастной базальт-риолитовой формации. Показано что породы обеих формаций относятся к натриевой серии с повышенным содержанием железа и преобладанием  $\text{Na}_2\text{O}$  над  $\text{K}_2\text{O}$ . Кроме того установлено, что Салаирское рудное поле, по сути, является единым месторождением, включающим ряд кулисообразно расположенных рудных зон (Кварцитовая Сопка, Первомайская, I-Рудник, II-Рудник, III-Рудник, Спорное, Александровское и Слепое), считавшихся ранее самостоятельными мелкими месторождениями. Уточнен гидротермально-осадочный генезис и характер дальнейших преобразований руд Салаирско-Каменушинского рудного поля, что являлось предметом дискуссий между предыдущими исследователями. Лишь часть исследователей Салаира придерживались подобной точки зрения на основании изучения месторождений Урского рудного поля, входящего в состав Салаирского рудного района.

**Целью диссертационной работы** является «определение условий локализации золото-серебро-полиметаллического оруденения Салаирско-Каменушинского рудного поля с выявлением основных поисковых критериев и признаков, составляющих основу прогнозно-поисковых моделей».

Работа проводилась по методике, принятой в ФГБУ «ЦНИГРИ» и заключалась в специализированной документации керна скважин (14), горных выработок (стенки карьеров и канав) с отбором шлифов (105 шт.), аншлифов (40 шт.). Литологические разности пород и руд изучались с помощью масс-спектрометрического анализа с индуктивно-связанной плазмой (145 шт.). В вулканических породах и метасоматитах определялись методом плазменной фотометрии содержание натрия, калия, кальция, магния, кремния. В рудных интервалах определялись атомно-абсорбционный методом содержания золота и серебра, а также проводился изотопный анализ серы сульфидов.

Для выявления вторичных наложенных ореолов рассеяния над слепо-погребенными колчеданно-полиметаллическими объектами применена методика частичного извлечения рудных и петрогенных химических элементов азотно-кислыми вытяжками с ICP MS-анализом полученных растворов (исследовано 1500 проб). Ионно-сорбционный метод впервые был опробован в данном регионе с непосредственным участием автора

**Практическая значимость работы.** На основе использования разработанных прогнозно-поисковых моделей с набором критериев и признаков проведена прогнозная оценка Салаирской металлогенической зоны на обнаружение колчеданно-полиметаллического оруденения, выделен ряд перспективных площадей, а также фланги и глубокие горизонты известных объектов. По наиболее значимым из них АО «СНИИГГиМС» проведена заверка, выявлены рудные тела, отвечающие современным

оценочным параметрам и даны рекомендации на продолжение геологоразведочных работ. Разработаны прогнозные карты-врезки, графики, планы и разрезы, даны рекомендации по направлениям геологоразведочных работ.

**Рекомендации по использованию.** Выполненная диссертационная работа весьма полезна при планировании и постановке дальнейших геологоразведочных работ в пределах Салаирской золото-полиметаллической металлогенической зоны и выделяемых в ее пределах рудных районов. Разработанные предложения по направлению дальнейших исследований в пределах конкретных перспективных площадей и участков уже в настоящее время используются при подготовке обоснований постановки поисковых и оценочных работ на Салаире, как за счет федерального бюджета, так и недропользователей.

#### **Защищаемые положения:**

1. Структура Салаирско-Каменушинского рудного поля сформировалась в конце раннего кембрия на позднем этапе образования крупной вулканотектонической депрессии, сформированной в два этапа и отвечающей Салаирскому рудному району. Геологическое строение рудного поля определяется сочетанием в латеральном ряду локальных палеовпадин, выполненных вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями контрастной базальт-риолитовой формации натровой серии и палеоподнятий в виде рифогенных построек. В палеовпадинах сформированы Салаирское и Каменушинское месторождения.

2. На основе литолого-фациального анализа установлено закономерное размещение вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород и их фаций по отношению к центру вулканизма, выделены породы жерловой, околожерловой, промежуточной и удалённой фациальных зон. Выявлена связь морфологических типов рудных тел с определенными фациями пород. Штокверковые рудные тела отвечают подводным каналам и приурочены к породам жерловой фациальной зоны, а линзообразные и пластовые тела расположены либо проксимально над подводными каналами, либо дистально на некотором удалении от них, где приурочены к вулканогенным и вулканогенно-осадочным породам промежуточной и удаленной от центров вулканизма фациальных зон.

3. Рудные тела Салаирского и Каменушинского месторождений были сформированы в два этапа. На конседиментационном этапе были образованы основные рудные залежи. Рудообразование сопровождалось широким развитием околорудных метасоматитов кварц-серицитовой формации. Последующий региональный динамотермальный метаморфизм привел к частичному перераспределению и преобразованию рудного вещества. Гидротермально-осадочный генезис сульфидов подтверждается проведенными минераграфическими исследованиями и изотопным составом сульфидной серы.

4. Созданы прогнозно-поисковые модели месторождений Салаирско-Каменушинского рудного поля, на ее основе разработан комплекс поисковых критериев и признаков: формационных и петрологических, структурно-тектонических, литолого-структурных, рудно-формационных, метасоматических, минералогических, геохимических и геофизических. Определены методы опознавания элементов моделей.



На основе разработанных моделей осуществлён прогноз возможности выявления новых рудных тел на флангах и глубоких горизонтах известных месторождений, а также выделены новые перспективные площади в пределах Салаирской металлогенической зоны.

Обоснование сформулированных защищаемых положений изложено во введении, пяти главах и заключении диссертационной работы.

**В введении** обоснована актуальность, цели, задачи, научная новизна, защищаемые положения и практическая значимость диссертационной работы, охарактеризован фактический материал, структура и объем работы.

**В первой главе** охарактеризовано геологическое строение и этапы развития Салаирской металлогенической зоны, а также история ее изучения, которая ведется с различной интенсивностью более 200 лет. Также детально разобраны проблемы с состоянием минерально-сырьевой базы на цветные металлы Салаирской металлогенической зоны, из которых следует, что проведенная работа имеет высокую актуальность.

**Во второй главе** рассмотрено геологическое строение Салаирского рудного района, отвечающего крупной вулканотектонической депрессии, которая сформировалась в два этапа, соответствующих двум циклам проявления раннекембрийской вулканической активности в районе. На первом (раннем) этапе сформированы отложения последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации, а на втором (позднем) – породы контрастной базальт-риолитовой. Показаны петрохимические особенности пород данных формаций на основе диаграмм в координатах  $\text{SiO}_2\text{--}(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ ,  $\text{K}_2\text{O--Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO--}(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)\text{--MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O--Na}_2\text{O--CaO}$ .

Составлены геометризованные модели Салаирского рудного района на время формирования последовательной (ранний этап) и контрастной (поздний этап) формаций. Изучены также литолого-фациальные особенности данного района с выделением фаций вулканизма: жерловых, околожерловых, промежуточных и удаленных.

Рассмотрено геологическое строение, положение Салаирско-Каменушинского рудного поля в истории развития района и продуктивность отложений контрастной формации позднего этапа, слагающих эталонные месторождения.

Новым положением здесь является и перевод Салаирского рудного поля в ранг месторождения, а входящие в его состав мелкие месторождения (Кварцевая Сопка, Первомайская, I-Рудник, II-Рудник, III-Рудник, Спорное, Александровское и Слепое) – в ранг рудных зон. В результате месторождения Салаирское и Каменушинское имеют сходную позицию — приуроченность к палеовпадинам на склоне одной рифтогенной постройки и относятся к единому Салаирско-Каменушинскому рудному полю.

Во второй главе на основе представленного материала сформулировано вполне доказанное первое защищаемое положение.

**Третья глава** посвящена обстановкам локализации колчеданно-полиметаллических руд Салаирско-Каменушинского рудного поля. На основе литолого-фациального анализа выявлена закономерная смена фации от центра вулканизма (жерловые, околожерловые, промежуточные и удаленные фации). Здесь

же приведен петрохимический состав пород Салаирско-Каменушинского рудного поля. К сожалению, из-за сходства пород данного рудного поля и Салаирского рудного района, отмечается много повторов. В этой же главе приводится геологическое строение и условия локализации колчеданно-полиметаллических руд месторождений Салаирское и Каменушинское, из которых делается важный вывод (2-ое защищаемое положение) о связи морфологических типов руд с определенными литофациями пород.

**В четвертой главе** диссертации проведено детальное изучение минеральных типов руд месторождений Салаирское и Каменушинское и рассмотрены генетические аспекты их образования.

Новые данные, полученные автором, свидетельствуют о том, что все минеральные типы руд пространственно и генетически связаны с нижнекембрийским вулканизмом и локализованы в жерловых, промежуточных и удаленных фациях, а преобразованные руды сформированы под воздействием динамометаморфизма в верхнепалеозойское время, что согласуется с исследованиями И.В. Дербикова (Дербигов, 1960) в пределах соседнего Урского рудного поля.

Приведены материалы по околорудным изменениям вмещающих пород, их составу и особенностям их распределения. К ним относятся продукты гипогенного выщелачивания (кварциты, кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые породы) и осаднения (хлоритовые, серицитовые, хлорит-карбонатные метасоматиты).

К сожалению в этой главе ничего не сказано о региональных, поствулканических и динамо-термальных изменениях.

В одном из пунктов главы представлены новые данные по изотопам руд месторождения Салаирское (Рудная зона Первомайская), свидетельствующие о том, что распределение изотопов серы служит дополнительным доказательством о вулканогенно-гидротермально-осадочном происхождении сульфидных залежей этих объектов.

На основании приведенных материалов в главе выдвинуто обоснованное третье защищаемое положение.

**В пятой главе** показаны разработанные автором прогнозно-поисковые и параметрические модели Салаирско-Каменушинского рудного поля, составленные по методике ЦНИГРИ. На основе этого проведена прогнозная оценка не только Салаирского рудного района, которому посвящена диссертационная работа, но и других рудных районов Салаирской металлогенической зоны (Еловско-Которовского, Огнево-Романовского и Пуштулимского), для которых также применимы основные поисковые критерии и признаки на колчеданно-полиметаллическое оруденение. Большую роль для прогнозной оценки этих районов сыграло использование ионно-сорбционного геохимического метода, в результате чего был дан прогноз на наличие скрытой рудной минерализации на участке, входящем в состав Салаирско-Каменушинского рудного поля, между месторождением Каменушинское и рудопроявлением Вершинное. А в пределах Огнево-Романовского рудного района выделена потенциально рудовмещающая Огнево-Заимковская площадь, которая требует проведения дальнейших поисковых работ. На основании материалов, изложенных в главе, выдвинуто четвертое вполне обоснованное защищаемое

положение, имеющее практическое значение для поисков колчеданно-полиметаллического оруденения на Салаире.

Оценивая работу в целом, можно заключить, что диссертация является вполне законченным исследованием, посвященным важной в научном и практическом отношении проблеме: условиям формирования и направлению поисковых работ на колчеданно-полиметаллическое оруденение в старейшем Салаирском горнорудном районе. Защищаемые положения достаточно обоснованы. Текст автореферата отвечает содержанию диссертации.

**К работе имеются следующие замечания.**

1. В последние годы (Мурзин, 2017 ф.) появились данные о возможно более молодом возрасте образований рудовмещающего колчеданно-полиметаллическое оруденение Салаира печеркинского вулканического комплекса, основанные на определении абсолютного возраста пород по цирконам U-Pb методом и околорудных метасоматитов кварц-серицитового состава, определенных Ar-Ar методом по серициту. В диссертации нет анализа новых данных и констатируется общепринятый раннекембрийский возраст вышеназванных рудовмещающих образований.

2. В работе высказано положение о переводе Салаирского рудного поля в ранг месторождения и о объединении Салаирского и Каменушинского полей в одно Салаирско-Каменушинское рудное поле на основании их приуроченности к палеовпадинам на склоне одной рифогенной постройки. В то же время совершенно отчетливо устанавливается, что вышеназванные рудные поля находятся на противоположных склонах рифогенной постройки, разобщены между собой и приурочены к двум самостоятельным палеовулканическим депрессиям Салаирской и Рассвет-Каменушинской, четко обособленным по геологическим и геофизическим данным. Желательно дать пояснение по снятию вышеназванного противоречия.

Сделанные замечания не влияют на общую оценку работы.

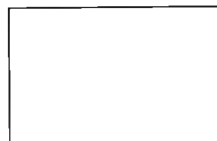
В диссертации решены задачи: по выявлению и уточнению условий размещения золото-серебро-полиметаллического оруденения в вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах Салаирско-Каменушинского рудного поля; изучению формационных, палеоструктурных и литолого-фациальных особенностей рудовмещающей толщи с определением факторов, влияющих на рудолокализацию. Построены прогнозно-поисковые параметрические модели месторождений рудного поля с созданием палеореконструкций на момент отложения рудоносных вулканогенно-осадочных пород, как для Салаирско-Каменушинского рудного поля, так и для Салаирского рудного района. Разработаны поисковых критериев и признаков для обнаружения колчеданно-полиметаллических руд и проведены прогнозные исследования в пределах Салаирской металлогенической зоны на их основе.

Представленная диссертационная работа «Условия локализации золото-серебро-полиметаллического оруденения Салаирско-Каменушинского рудного поля, Салаирский Кряж» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в пункте 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842), а её автор Инякин Алексей Валерьевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата геолого-

минералогических наук по специальности 25.00.11 - Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

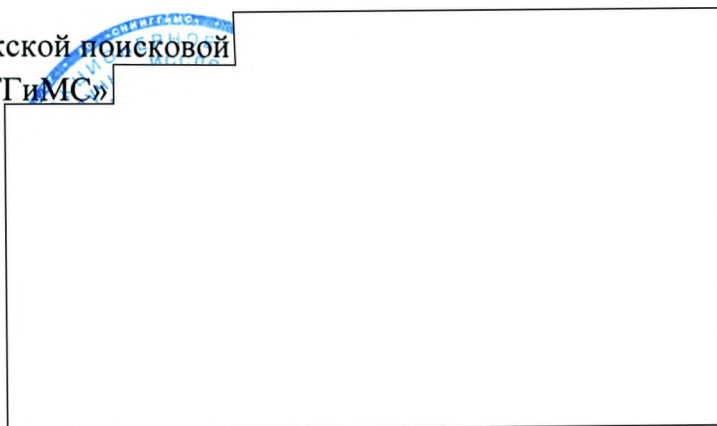
Отзыв на диссертацию А.В. Инякина обсужден на заседании отдела геологии твердых полезных ископаемых и принят в качестве официального отзыва ведущей организации на секции «Региональной геологии и твердых полезных ископаемых» ученого совета АО «СНИИГГиМС» (протокол № 1 от 12 марта 2020 г.).

Начальник отдела геологии твердых  
полезных ископаемых АО «СНИИГГиМС»



А.Ю. Широбоков

Начальник Кабурчакской поисковой  
партии АО «СНИИГГиМС»



Н.Г. Исыпов

Ученый секретарь  
АО «СНИИГГиМС»

С.П. Зайцев