

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Секериной Дарьи Денисовны на тему «Глубинное строение и геолого-геофизические критерии рудоносности Змеиногорского рудного района (Алтае-Саянская складчатая область)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолога – минералогических наук по специальности 1.6.9. – «Геофизика».

1. Соответствие работы намеченной специальности

Представленная на рецензирование работа полностью соответствует специальности 1.6.9. – «Геофизика».

2. Актуальность темы диссертации

Диссертация Секериной Д.Д. посвящена поиску путей решения важной проблемы – а именно, выявлению остродефицитных и высоколиквидных полезных ископаемых в пределах старых промышленно освоенных регионов. В данном конкретном случае речь идёт о части Рудного Алтая.

Целью исследований является геотектоническая интерпретация комплекса геолого-геофизических данных с выявлением структурно-вещественных (тектонических) и геофизических критериев рудоносности для изучения закономерностей пространственной локализации и прогнозно-минерагенической оценки скрытого колчеданно-полиметаллического оруденения Змеиногорского рудного района (Рудный Алтай).

Для достижения указанной выше цели были определен ряд требующих решения задач:

1. Изучить и проанализировать современные научные представления о геолого-структурных закономерностях формирования колчеданно-полиметаллического оруденения в вулканогенно-осадочных формациях.;

2. Обобщить результаты ранее выполненных глубинных геолого-геофизических и прогнозно-минерагенических исследований Рудного Алтая с оценкой их информативности и эффективности;

3. Разработать алгоритм исследований, включающий обработку и интерпретацию геолого-геофизических данных с построением историко-эволюционных моделей в форме площадных схем и глубинных разрезов, характеризующих закономерности формирования колчеданно-полиметаллических руд в пределах Змеиногорского рудного района;

4. Разработать мелкомасштабную историко-эволюционную модель формирования геологических структур Рудного Алтая;

5. Уточнить параметры глубинного строения Змеиногорского рудного района и разработать геолого-структурные и геофизические критерии его рудоносности в отношении колчеданно-полиметаллического оруденения на основе решения задач распознавания образов с обучением.

В качестве фактического материала, положенного в основу диссертационной работы, использовались материалы опубликованных и фондовых работ по геолого-геофизическим особенностям Рудного Алтая с начала 20 века и по настоящее время, современные публикации по схожей проблематике для других регионов, а также матрицы физических полей для Змеиногорского рудного района.

Личный вклад автора. Анализ существующего опыта изучения закономерностей локализации колчеданно-полиметаллических месторождений. Составление рабочих банков геолого-геофизических данных по площади Рудного Алтая в целом и в пределах Змеиногорско-Быструшинского прогиба. Разработка многоэтапной методической схемы комплексной интерпретации обширного набора фактических данных (Big Data) с последующим формированием площадных геолого-структурных схем и глубинных разрезов и построением глубинных геолого-геофизических и

историко-эволюционных моделей верхней коры. Обоснование набора геолого-структурных (тектонических) и геофизических критериев рудоносности. Разработка прогнозной схемы Змеиногорского рудного района с обоснованием перспективной рудоносности его центральной зоны и отдельных ареалов в западной и восточной зоне.

3. Научная новизна и результаты работы

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Автором разработана многоэтапная методическая схема обработки и комплексной интерпретации геофизических данных, обеспечивающая решение задачи глубинного моделирования верхней коры (до 20 км), изучение геодинамических обстановок и последовательности формирования структурно-вещественных неоднородностей Рудного Алтая и выполнение на новом научно-методическом уровне прогнозно-минерагенических построений в пределах Змеиногорского рудного района.

2. Составлены историко-эволюционные схемы формирования геологических структур Рудного Алтая.

3. Обоснованы историко-эволюционные модели формирования разреза верхней коры Змеиногорского рудного района. На основе их анализа выявлены критерии локализации скрытого и слабо проявленного на поверхности колчеданно-полиметаллического оруденения.

4. Выполнено решение задачи «распознавания образов с обучением» с использованием обоснованных критериев локализации оруденения. Проведено районирование площади Змеиногорского рудного района с оценкой перспектив обнаружения скрытого и слабо проявленного на поверхности колчеданно-полиметаллического оруденения.

4. Практическая значимость работы

1. Разработана методическая схема многоэтапной обработки и комплексной интерпретации геолого-геофизических данных с построением

геотектонических и глубинных геолого-геофизических моделей земной коры Рудного Алтая и верхней коры Змеиногорского рудного района.

2. Построена историко-эволюционная модель формирования верхней коры Змеиногорского рудного района, которая использована для изучения закономерностей локализации колчеданно-полиметаллического оруденения в вулканогенно-осадочных формациях рифтогенного генезиса.

3. Обоснован набор геолого-структурных (тектонических) и геофизических критериев прогнозирования рудоносности Змеиногорского рудного района.

4. Результаты диссертационной работы использованы при разработке моделей скрытого колчеданно-полиметаллического оруденения на лицензионных площадях (Акт о внедрении от 07.05.2024 г. ООО «СЗГТК «Геокомплекс»).

Апробация работы. По теме диссертации автором опубликовано 14 печатных работ (3 из них – в изданиях, индексируемых в международных базах, 2 – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), 9 – тезисы, опубликованные в изданиях, входящих в систему РИНЦ). Основные положения докладывались на конференциях различного уровня. В целом апробация работы удовлетворяет требованиям ВАК РФ.

5. Краткое содержание диссертации

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из оглавления, введения, пяти глав с выводами по каждой из них, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 121 наименование и 1 приложения. Диссертация изложена на 103 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков и 4 таблицы.

Первая глава посвящена анализу существующих научных представлений о глубинном строении, тектонике и рудоносности Рудного Алтая. Как итог осмысления приведённых материалов, в конце главы сделаны выводы о том, что основными геодинамическими обстановками, определившими формирование колчеданно-полиметаллического оруденения региона, являются ранне-среднедевонские вулканоплутонический пояс и тыловодужный рифтогенез АКО. Известные колчеданно-полиметаллические месторождения в мировой классификации относятся к VMS-типу, который характеризуется пространственно-генетическими связями с вулканогенно-осадочными формациями. При этом, несмотря на то, что основной механизм поступления рудного вещества объясняется гидротермально-рециклинговой системой на завершающем этапе вулканоплутонического цикла, итоговая картина оказывается искажена складчато-надвиговыми и сдвиговыми дислокациями коллизионного орогенеза позднего девона-среднего карбона, вызванного аккрецией Казахстанского и Сибирского палеоконтинентов, когда в результате проявления складчато-надвиговых дислокаций произошло выдвигание на приповерхностные уровни ранее глубоко погруженных флишеидных толщ каледонской пассивной окраины.

Во второй главе описываются фактологическая и методологическая основы выполненных исследований. Приводится предлагаемая автором методика систематизации, обработки и интерпретации разнородной информации, включающая в себя оцифровку и увязку в единый массив данных геолого-геофизических карт и разрезов, расчет трансформант потенциальных полей и решение обратных задач гравитационного и магнитного полей, выполнение безэталонной классификации и линеаментного анализа с выделением основных структурно-вещественных неоднородностей на всех масштабных уровнях. Как итог - обоснование информативности геолого-структурных и геофизических критериев рудоносности на основе комплекса преобразованных данных и геолого-структурное моделирование с выделением основных блоков и межблоковых зон, параметров латеральной и радиальной

зональности с оценкой особенностей глубинного строения уровня денудации отдельных его зон, ареалов развития интрузивных комплексов.

Основным итогом решения задач, описанных во 2 главе является возможность обосновать нестандартные геолого-структурные и геофизические критерии, которые вовлекаются в решение задачи распознавания образов с обучением при проведении прогнозно-минерагенического районирования.

Третья глава посвящена созданию геолого-геофизической и геотектонической моделей глубинного строения и реконструкции истории формирования Рудного Алтая по геолого-геофизическим данным. Раздел включает в себя материалы по геотектоническому районированию Рудного Алтая, анализу палеотектонических схем исследуемой территории, характеристику глубинного строения земной коры Алтайского региона в пределах створа регионального профиля «Базальт».

В этой же главе приведены палеотектонические разрезы Рудного Алтая, построенные на основании анализа вышеназванных материалов. В выводах, приведённых в конце раздела, выполнена вариантная реконструкция истории формирования рудного Алтая с учётом как имеющихся, так и вновь полученных геолого-геофизических данных. Кроме того, там же сформулированы основные геологические особенности локализации колчеданно-полиметаллического оруденения Змеиногорского рудного района.

В четвертой главе рассмотрены вопросы прогнозирования глубинного строения Змеиногорского рудного района по результатам комплексной интерпретации геолого-геофизических данных. В разделе описаны разработанные алгоритмы построения геолого-структурной схемы глубинного строения, геотектонических моделей строения и эволюции региона в ходе палеозойских эпох тектогенеза, а также приведены результаты выполненных автором исследований.

Как результат раздела, автором на основании геолого-геофизических данных сделаны выводы об особенностях геологического строения Змеиногорско-Быструшинского прогиба и наиболее благоприятных для рудогенеза (в отношении колчеданно-полиметаллического оруденения) обстановках.

В пятой главе сделаны прогнозно-минерагенические выводы о потенциальной рудоносности Змеиногорско-Быструшинского прогиба. Для этого, автором в тексте главы обоснованы геолого-структурные и геофизические критерии прогнозирования, выбраны эталонные объекты, решена задача распознавания образов с обучением и, как результат, дан пространственный прогноз скрытого глубокозалегающего колчеданно-полиметаллического оруденения.

6. Основные защищаемые положения

В результате выполнения диссертационной работы автором были сформулированы и доказаны следующие защищаемые положения:

1. Многоэтапная методика моделирования структурно-вещественных неоднородностей земной коры, базирующаяся на обработке, качественной и количественной интерпретации комплекса геолого-геофизических данных на мелко-, средне- и крупномасштабном уровнях, обеспечивает установление закономерностей глубинного строения, геодинамических обстановок формирования и истории геологического развития Змеиногорского рудного района Рудного Алтая.

2. Согласно результатам комплексной интерпретации геолого-геофизических данных, формирование колчеданно-полиметаллического оруденения в пределах Змеиногорского рудного района обусловлено последовательным проявлением герцинских геодинамических обстановок: заложением трога в условиях тыловодужного рифтогенеза активной континентальной окраины (D_{1-2}); складчато-надвиговых деформаций комплексов трога в ходе коллизионного орогенеза, определивших разный

уровень денудации трех перспективных зон Змеиногорско-Быструшинского рифтогенного прогиба.

3. Геолого-структурные и геофизические признаки оруденения, обоснованные в ходе многоэтапных геолого-геофизических исследований региона, обеспечивают, с использованием технологии распознавания образов с обучением, выполнение прогнозной оценки Змеиногорского рудного района на поиски скрытого и слабо проявленного на поверхности колчеданно-полиметаллического оруденения.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

На мой взгляд, результаты, полученные в данной работе целесообразно использовать для оценки потенциальной рудности различных территорий на глубину. Причём, при некоторой модификации, подход может быть распространён и на другие регионы и геолого-промышленные типы полезных ископаемых.

Весьма полезным этот подход может оказаться и для подготовки площадей к лицензированию, а также для оценки ресурсного потенциала вблизи уже действующих добычных предприятий.

8. Замечания

К диссертации у Оппонента имеется ряд замечаний

1. При описании задач исследования (стр. 8), на мой взгляд корректнее было бы написать не «Обоснование параметров глубинного строения..», а «Оценка параметров глубинного строения..». всё-таки мы не обосновываем геологическое строение, а пытаемся его реконструировать или оценить по геолого-геофизическим данным с той или иной степенью достоверности.

2. При описании научной новизны работы (п.4 стр.8) видимо стоило бы более явно указать, что решение задачи «распознавания образов с обучением» для Змеиногорского рудного района было произведено именно по авторской

методике. Т.к. в рамках ГДП-200 анализ территории по методике распознавания образов применялся в инструктивном порядке.

3. Глава 1. Стр. 14. Рудный Алтай изучался и до 1932 года. Возможно было бы целесообразно дать хотя бы кратко информацию о более ранних исследованиях и исследователях, а также их представлениях о геологии и рудоносности площади исследования?

4. Глава 2. Хотя перед автором такой задачи и не стояло, на мой взгляд, имело бы смысл привести данные ГИС хотя бы по глубоким и рудным скважинам. Это позволило бы создать более достоверную ФГМ целевого типа оруденения, а также оценить соответствие результатов инверсии магнитного и гравитационного полей на глубину с фактически измеренными данными (магнитная восприимчивость и плотность) хотя бы в дискретных точках.

5. На мой взгляд, автору необходимо было бы указать на возможную вариантность полученных результатов, что вытекает из самого характера физических полей и ни в каком случае не может являться недостатком работы.

6. По тексту диссертации присутствует некоторое количество грамматических и орфографических неточностей. Их необходимо рассматривать как технические недоработки. По моему мнению, нет смысла приводить их в тексте отзыва.

9. Выводы

В целом, несмотря на высказанные выше замечания, диссертация оставляет положительное впечатление. Автор взялся за весьма непростую и достаточно сложную задачу, но, при этом, выполнил цикл исследований, получил новые научные результаты, которые можно рассматривать как завершённый научный труд, соответствующий уровню кандидатской диссертации. Диссертация хорошо иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами.

Сделанные выше замечания не уменьшают значимость полученных автором научных результатов, которые следует рассматривать как один из возможных вариантов в решении важной проблемы прогнозирования скрытых глубоко залегающих рудных комплексов.

В целом диссертационная работа Секериной Дарьи Денисовны является законченным научным исследованием, в котором раскрыты особенности разработанной автором методики прогнозирования глубинного строения, а также предложенные в работе геолого-геофизические критерии рудоносности Змеиногорского рудного района (Алтае-Саянская складчатая область)

Основные, выносимые на защиту положения диссертации в работе отражены и обоснованы.

Считаю, что рассматриваемая диссертация соответствует всем требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9. – «Геофизика», а ее автор Секерина Дарья Денисовна, заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент –
Кандидат геол.-мин. наук,
Директор ООО «Гео Сервис»

orekhovan@mail.tomsknet.ru

Тел. +7-923-403-05-08

Орехов Александр Николаевич

Я, Орехов А.Н., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

30 октября 2024 г.

Подпись Орехова Александра Николаевича заверяю:

г-н ООО «Гео Сервис»



Орехов А.Н.