

## РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу **Баратова Рефата Талхатжановича** «Кольцевые структуры Центрального Казахстана и их рудоносность по данным обработки материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)», представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070600- «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами (запросами практики и развития науки и техники)**

Актуальность темы исследований обусловлена тем, что в Казахстане за счет масштабной добычи, в последние 20-25 лет, резко наметилось отставание восполнения минерально-сырьевой базы новыми промышленно значимыми месторождениями. Например, на Рудном Алтае большинство полиметаллических месторождений, кроме Лениногорской группы, будут отработаны до 2030 г. При этом, одно из крупнейших месторождений Восточного Казахстана – Чекмарь характеризуется низкими содержаниями свинца и цинка, неконкурентными в настоящее время. А геолого-разведочная отрасль Востока Казахстана не открыла за последние 20-30 лет ни одного крупного или среднего по масштабу месторождения цветных металлов. Такое состояние с минерально-сырьевой базой на Востоке Казахстана ведет в будущем к негативным социально-экономическим проблемам.

Все это свидетельствует о том, что наши поисковые технологии еще недостаточны для открытия новых месторождений. Поэтому при возобновлении поисков новых объектов, крайне необходимо использование новых методов поисково-разведочных работ. На современном этапе решение поисковых задач невозможно без привлечения оптимального комплекса базовых геолого-геофизических методов с полноценным привлечением данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и компьютерных геоинформационных систем (ГИС). Использование комплекса поисковых методов, позволяющее эффективно задействовать при поисковых работах большой объем данных, может способствовать успешному решению поисковых задач по обнаружению новых месторождений полезных ископаемых. В связи с чем актуальность данного исследования не вызывает сомнений.

Диссертационная работа непосредственно связана с выполняемыми в лаборатории геологических и рудных формаций Института геологических наук им. К.И. Сатпаева грантовых проектов: 1. «Анализ эпитермального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашского региона и выделение перспективных площадей для обнаружения крупных месторождений данного типа» (2012-2014 гг.); 2. «Возможность выявления крупнообъемных эпитермальных месторождений золота, серебра и меди в вулканоплутонических поясах Жонгаро-Балхашской складчатой системы» (2019 г.); 3. «Изучение рудоносности кольцевых структур Центрального и Южного Казахстана и выявление среди них наиболее перспективных для постановки поисковых работ» (2018-2020 гг.). В последних двух проектах диссертант являлся одним из основных исполнителей.

### **2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (п.п.2,5,6 «Правил присуждения ученых степеней») и их обоснованность**

К основным научным результатам, полученным в процессе работы над диссертацией, следует отнести разработанную диссертантом «Карту кольцевых структур Центрального Казахстана» масштаба 1:500 000, с выделением 2686 КС, имеющих разные размеры и генезис. Карта является отражением сложного строения поверхности литосферы, влияния воздействия падения крупных и мелких метеоритов, специфических условий образования интрузивных массивов и строения вулканических построек.



Выявленные кольцевые структуры (КС) охватывают площади и зоны с повышенной проницаемостью массо-тепловых процессов и возможностью рудоотложения.

Разработанная карта показала соотношение кольцевых структур по размерности и их неравномерное проявление, зависящее от вещественного состава того или иного участка земной коры. По размерности выделены 3 класса КС: крупные с диаметром от 30 и >50 км, средние 10-29 км и мелкие с диаметром 0,5<10 км, которые являются преобладающими.

Анализируемый материал показал, что кольцевые структуры можно разделить на 6 известных типов по генезису: магматогенные, космогенные, нуклеарные, метаморфогенные, тектоногенные, экзогенные.

Полученная карта кольцевых структур позволяет проводить детализацию ее на основе программной базы ArcGIS Database, так как она представлена таблицей атрибутов, отражающей номер структуры, для известных КС – наименование, параметры, генетический тип, рудоносность, если она имеется, масштаб проявления КС. При появлении новых данных, полученных по геолого-геофизическим материалам ее можно дополнять. Немаловажное значение имеет возможность интегрирования с другими Геоинформационными системами и экспортирования в M-s Access.

Разработанная карта кольцевых структур позволила уточнить специализацию проявлений разного типа рудоносности в структурно-формационных зонах (СФЗ) Центрального Казахстана, а для вновь выявленных КС их металлогеническую специализацию.

Диссертантом, на базе обобщения огромного количества материала по рудоносности исследуемого региона, составлена новая информативная таблица, с которой четко считывается различная интенсивность проявления рудной минерализации в СФЗ Центрального Казахстана, масштабность пространственной связи ее с кольцевыми структурами, характер рудной минерализации. По разработанной таблице возможно выявление прямой зависимости концентрации рудоносных кольцевых структур от состава, слагающих структурно-формационную зону породных комплексов, генезиса их образования, а также металлогенической специализации СФЗ Центрального Казахстана и приуроченность к одной и той же кольцевой структуре проявлений различной минерализации.

Статистический анализ пространственной связи минерализации с кольцевыми структурами показал их высокую роль в рудообразовании, что позволяет рекомендовать их в качестве эффективного поискового критерия, а масштабность проявления - позволяет разделять их по перспективности. На основании выявленных кольцевых структур были рекомендованы перспективные площади, расположенные в кольцевых структурах Большой Кобырат, Кызылтасская, Восточно-Кызылтасская, Сымбыльская, Шоймбайская, Шоптыбайская, с медной и золото-серебряной специализацией.

В научном и практическом плане полученные результаты показали, что изучение кольцевых структур с использованием современных методов ДЗЗ могут быть перспективным направлением поисковых работ в геологии.

### **3. Степень обоснованности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключений научного соискателя, сформулированных в диссертации**

Основные результаты исследований в диссертационной работе получены на основе современных методов дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли. Обоснованность полученных результатов подтверждается использованием в работе космических снимков, полученных со спутников Landsat-7 и радиолокационных Radarsat-1, представленных АО «Казгеокосмос», которые предварительно были обработаны и привязаны к конкретно характеризуемым площадям, а также снимков с Landsat-8, представленных ТОО «Центр дистанционного зондирования и ГИС «Терра» (Алматы).



структур с вулканогенным эпиптермальным Au-Ag, Cu-порфировым и редкометальным оруденениями и может использоваться в качестве поискового критерия при выявлении новых месторождений порфирового типа. При этом рекомендованы такие структуры как Большой Конырат, Кызылтаская, Восточно-Кызылтаская, Сымбыльская, Шоймбайская, Шоптыбайская.

#### **5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов, степень их достоверности**

**Практическая значимость** исследования состоит в том, что кольцевые структуры можно эффективно использовать в качестве надежного поискового критерия при проведении поисковых работ на выявление вулканогенных месторождений (медно-порфировых, золото-серебряных) и связанных с интрузивными комплексами (месторождений редкометальных и редкоземельных элементов). Выявление деталей строения рудоносных кольцевых структур позволяет определять стратегию поисковых и поисково-разведочных работ.

В научном плане результаты работы надежно обосновывают проведение поисковых работ на основе использования материалов дистанционного зондирования Земли с учетом характерных особенностей строения кольцевых структур различного генезиса. Это определяет необходимость проведения ранжирования КС для более точной оценки интенсивности проявления в них рудной минерализации.

Таким образом, использование КС в качестве поискового критерия в значительной степени будет способствовать повышению эффективности поисковых работ.

#### **6. Оценка внутреннего единства полученных результатов**

Диссертационная работа, начиная с **первой главы**, посвященной основным этапам развития дистанционного зондирования Земли, обзору, анализу генетических типов кольцевых структур, разнообразию методов их изучения, плавно переходит **во второй главе** к методике дешифрирования материалов ДЗЗ и выявления масштабы проявления КС в Центральном Казахстане. При этом выделены два метода: визуальный и автоматизированный. В **третьей** главе описаны особенности геологического строения типовых эндогенных и космогенных КС Центрального Казахстана. Составлена таблица типовых магматогенных кольцевых структур Центрального Казахстана по материалам предшественников, и приведены подробные описания геологического строения известных магматогенных КС - Улькен-Каракуу, Кызыладыр и космогенных кольцевых структур, таких как Шунак, Акшоки и Арганаты. В **четвертой** главе приводится уже описание металогении кольцевых структур Центрального Казахстана. Описаны геологические особенности ранее выделенных предшественниками рудоносных кольцевых структур: Конырат, Акбастау-Космурун, Каргалинской, Байназарской. Показана приуроченность некоторых известных месторождений и рудопроявлений к кольцевым структурам, к которым отнесены Большой Конырат с группой редкометальных месторождений, золоторудная вулcano-кальдера Сымбыл, группа полиметаллических месторождений Майкаин. В некоторых кольцевых структурах, таких как Шоймбай, Шоптыбай, проведены полевые работы с картированием структур и с отбором литогеохимических проб, показавших аномальность геохимического состава пород. В результате проведенных работ установлено, что содержание Со в 110 раз превышает кларк, содержание Ag в 60 раз выше кларка. По кольцевой структуре Шоптыбай установлено 10 точек минерализации меди с содержанием в них меди до 1% и серебра до 30-50 г/т. Все это позволило диссертанту в **пятой главе** привести статистические данные по рудоносности кольцевых структур Центрального Казахстана. На основании статистического анализа проявлений разного типа рудоносности в СФЗ Центрального Казахстана была уточнена, для ранее выявленных, и определена для вновь выявленных КС их металлогеническая специализация.



Вещественный состав пород и руд характеризовался литогеохимическими пробами, отобранными в полевые сезоны 2018-2019 гг. из кольцевых структур Шоптыбай, Аюлы, Шоймбай, Шынды, Восточно-Кызылтаская и др. Данные пробы анализировались в сертифицированных лабораториях ТОО «Help Geo» и в лаборатории физических и химических методов «Института геологических наук им. К.И. Сатпаева». При этом пробы предварительно подвергались полуколичественному оптико-эмиссионному спектральному анализу, а при получении положительных результатов, подтверждались методом атомно-абсорбционного анализа на золото.

Таким образом, обоснованность выводов и заключений научного соискателя, сформулированных в диссертационной работе, высокая.

#### **4. Степень новизны каждого научного результата (научного положения), выводов и заключений научного соискателя, сформулированных в диссертации**

**В первом защищаемом положении** - «Широкое распространение кольцевых структур на Земле подобно всем планетам солнечной системы, неоспоримо доказанное по материалам ДЗЗ в последние 40-50 лет является характерным и для Центрального Казахстана» - четко показано, что широкое образование кольцевых структур планеты Земля, как и других планет Солнечной системы, определяется не только эндогенными и экзогенными процессами, но во многом и космогенной бомбардировкой метеоритами и астероидами поверхности всех планет и их спутников, что до сих пор мало учитывается геологами при решении вопросов формирования земной коры и ее эволюции.

**Второе научное положение** - «Впервые проведенное ранжирование кольцевых структур Центрального Казахстана по генезису показало, что доминирующими среди них являются магматогенные (эндогенные) и космогенные кольцевые структуры, размещающиеся в исследуемом регионе неравномерно» - доказывает, что магматогенные и космогенные кольцевые структуры являются лидирующими и они часто определяют рельеф поверхности литосферы и ее рудоносность. Данное положение показывает, что кольцевые структуры неотъемлемая часть поверхности Земли и с ними может быть связано образование месторождений полезных ископаемых.

**Новизна третьего защищаемого положения** - «Для Центрального Казахстана выявлена четкая приуроченность большей части рудной минерализации к кольцевым структурам» - определяется тем, что кольцевые структуры, образовываясь в результате магматических и космогенных процессов, представляют собой прекрасные структурные ловушки в виде крупных зон или депрессий брекчированных и трещиноватых пород, в которых происходят разгрузка рудоносных растворов. В зависимости от происхождения морфология этих структурных ловушек резко отличается, что существенно влияет на стратегию проведения разведочных работ. Данное научное положение, являясь очевидным, тем не менее мало используется при постановке разведочных работ. Обоснованность данного положения подтверждается результатами опробования и получением конкретных положительных результатов.

Новым в диссертации является **четвертое положение** - «Выявленные закономерности приуроченности рудоносности к кольцевым структурам структурно-формационных зон Центрального Казахстана показали, что наибольшей рудоносностью характеризуются КС СФЗ различных ВПП, в которых значительные промышленные перспективы можно предполагать для вулканогенного эпитермального Au-Ag, Cu-порфирирового и редкометального оруденений. Именно в первоочередных по перспективности кольцевых структурах, с интенсивно проявленной указанной минерализацией, следует ожидать обнаружение новых месторождений порфирирового типа. К кольцевым структурам такого геолого-промышленного типа, рекомендуемых к постановке поисково-оценочных работ, относятся: Большой Конырат, Кызылтаская, Восточно-Кызылтаская, Сымбыльская, Шоймбайская, Шоптыбайская». Это положение вытекает из установленной диссертантом на многих примерах прямой связи кольцевых



Таким образом, логическая связь и внутреннее единство диссертационной работы налицо, что позволило автору, в конечном счете, получить положительный результат и разработать рекомендации для их использования в научном и практическом плане.

#### **7. Личное участие докторанта в получении научных результатов**

Исследования по диссертационной работе были начаты диссертантом во время обучения в магистратуре, будучи сотрудником Института геологических наук им. К.И. Сатпаева. На основе собранных фондовых и опубликованных материалов, и при непосредственном участии диссертанта в камеральных и полевых исследованиях по проблеме кольцевых структур в составе лаборатории геологических и рудных формаций при выполнении грантовых и договорных проектов, таких как: 1. «Анализ эпитеpmального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашского региона и выделение перспективных площадей для обнаружения крупных месторождений данного типа» (2012-2014 гг.); 2. «Возможность выявления крупнообъемных эпитеpmальных месторождений золота, серебра и меди в вулканоплутонических поясах Жонгаро-Балхашской складчатой системы» (2019 г.); 3. «Изучение рудоносности кольцевых структур Центрального и Южного Казахстана и выявление среди них наиболее перспективных для постановки поисковых работ» (2018-2020 гг.) диссертантом были начаты и завершены исследования по данной диссертационной работе.

#### **8. Полнота опубликования материалов диссертации в печати**

Диссертантом подготовлено и опубликовано 12 научных статей, в том числе 3 работы в изданиях, входящих в базу данных компании Clarivate Analytics, Scopus и имеющих ненулевой импакт-фактор и 4 статьи в научных изданиях, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК. Многие аспекты работы доложены и обсуждены в форме устных докладов на международных, республиканских и университетских научных конференциях (всего 6): на международных научных конференциях «Корреляция алтаид и уралид: магматизм, метаморфизм, стратиграфия, геохронология, геодинамика и металлогеническое прогнозирование», Новосибирск, в 2016 и 2020 годах; в Болгарии – «17-th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017, Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining», Albena, 2017; в Узбекистане – Международная конференция «Интеграция науки и практики, как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан», Ташкент, 2018 г.; в Казахстане – в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева на международных конференциях «Сатпаевские чтения» и «Бекжановские чтения» в 2017 и 2019 годах.

Таким образом, опубликованные материалы полностью отвечают требованиям ВАК к докторским диссертациям, как по количеству, так и по качественным требованиям.

#### **9. Соответствие аннотации (автореферата) содержанию диссертации**

Аннотация (автореферат) полностью соответствует содержанию диссертации.

#### **10. Замечания и предложения по содержанию и оформлению диссертации**

Диссертация изложена на 136 страницах компьютерного набора и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников, включающего 153 наименования. Диссертация иллюстрирована 51 рисунком, 5 таблицами. Главы диссертации логически связаны и каждая последующая детализирует предыдущую, дополняя ее.

К замечаниям по диссертации, которые однако не умаляют достоинство данной работы, можно отнести то, что на обнаруженной при поисковых работах и отмеченной в 4 главе высокой меденосности кольцевой структуры Шоптыбай, в которой установлено 10 точек минерализации меди с повышенными содержаниями в них меди около 1% и серебра



до 30-50 г/т, не дана прогнозная оценка ресурсов медного и серебряного оруденения по P<sub>1</sub> или P<sub>2</sub>.

Второе замечание касается отсутствия сравнения масштабов образования кольцевых структур Центрального Казахстана с другими регионами Казахстана.

**11. Заключение о возможности присуждения ученой степени доктора (PhD) по специальности 6D070600 - «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»**

В заключение необходимо отметить, что представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, имеет практическую ценность, соответствует инновационным проектам, а сам соискатель **Баратов Рефат Талхатжанович** состоялся как ученый, который может самостоятельно вести научно-исследовательские работы и достоин присуждения ему ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070600 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

**Рецензент:**

доктор геолого-минералогических наук,  
академик КазНАЕН, академик АМР РК,  
профессор Школы Науки о Земле и  
Окружающей Среды  
НАО ВКТУ им. Д Серикбаева

**Е. Сапаргалиев**



*Подпись Сапаргалиева Е.*

*удостоверяю*

*Инспектор по кадрам Новоселова В.Н. Новоселов*