

АННОТАЦИЯ
диссертационной работы докторанта PhD
специальности 6D070600 – «Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых»

Баратова Рефата Талхатжановича
на тему «Кольцевые структуры Центрального Казахстана и их
рудоносность по данным обработки материалов Дистанционного
зондирования Земли (ДЗЗ)»

Настоящая диссертационная работа посвящена одной из наиболее актуальных проблем современной геологии – роли кольцевых структур в формировании Земной коры и размещении месторождений рудных полезных ископаемых.

Оценка современного состояния решаемой научной или научно-технической проблемы.

Дуговидный характер отдельных морфоструктур отмечен первопроходцами уже в середине XIX века. Так, Л. Леман в 1852 г. описал дугообразное строение гор Букантау в средней Азии, а в 1874 г. А.В. Каульбарс – Султануиздага. Однако впервые на закономерное дугообразное строение всех горных цепей Тянь-Шаня в 1877 г. указал Ф. Рихтгофен, что впоследствии получило отражение в известных схемах тектоники Средней Азии Э. Аргана, Д.И. Мушкетова, Д.В. Наливкина. На этот феномен обратил внимание и академик Е.Д.Шлыгин в работе «О сходстве тектонического рисунка Центрально-Казахстанской и Яно-Колымской складчатых областей.

Среди кольцевых морфоструктур, выделенных Г.З. Поповой в пределах Средней Азии – Южно-Казахстанская первого порядка, которая охватывает пространство от Южного Урала до Алтая, от юга Западной Сибири до Южного Тянь-Шаня. Центр ее расположен в мелкосопочнике Восточного Казахстана, южная периферия выражена наиболее четко в виде внешней каледонской дуги (Тянь-Шань, Каратау, Кокчетау) и внутренней герцинской (Чу-Или-Тектурмас-Чингиз), представляющих собой фрагменты фазовых колец. На ее южную периферию наложены концентрические морфоструктуры второго порядка – Южно-Уральская, Аральская, Памирская, Барабинская. Они осложнены морфоструктурами более высоких порядков.

По-видимому, первым, кто указал на наличие округлых структур в Средней Азии, был В.Г. Мухин (начало 30-х годов прошлого столетия). А.С. Аделунг (1937, 1939) впервые обратил внимание на формирование ряда куполовидных структур в результате внедрения магматических масс. В частности, он указал на район расположения Ангрено-батолита, которым, по его мнению, образовано «крупнейшее куполообразное вздутие», окаймленное мульдо-образным прогибом с «порфирито-туфами». В.И. Попов (1955) описал округлые и миндалевидные ядра роста материковой земной коры концентрического строения, считая их активными магматическими центрами длительного развития (Муюнкумское, Кураминское, Гиссаро-Дарвазское, Каракумское и др.). К.К. Пятков (1976) описал в Западном

Узбекистане ряд новейших структур типа «брахиантиклинальных вздутий», начало формирования которых относил к миоцену.

В Казахстане одним из первых подробно рассмотрел кольцевые структуры, связанные с магматическими комплексами, А.В. Авдеев, 1965. Описанные им структуры некоторых районов Евразии, Америки и других областей соответствуют плутонам, штокам, куполам, кальдерам и т. д. Механизм образования этих структур заключается в подъеме магмы (выжимании преимущественно кислых магм более плотными породами), вспучивании, образовании купольных выступов, конических и радиальных разломов и, как следствие этого, в обрушении над магматическими камерами. А.В. Авдеев выделил три этапа в развитии кольцевых структур Земли: докембрийский, протерозойско-неогеновый и современный. Он один из первых провел сравнение земных и лунных кольцевых форм.

С развитием космических методов изучения Земли всеобщее внимание исследователей привлекли дешифрируемые на космических снимках объекты изометричной формы. Различные исследователи называют их по-разному. Помимо «кольцевых структур» используется целый ряд терминов: кольцевые морфоструктуры, морфоструктуры центрального типа (В.В. Соловьев); космогеологические структуры центрального типа (Л.Ф. Волчегурский, В.Г. Пронин), изометричные структуры (Д.М. Трофимов), кольцевые или центрические космогеологические объекты (И.И. Башилова, В.А. Буш и др.), очаговые структуры (И.Н. Томсон, М.А. Фаворская), концентры (О.К. Гинтов) и др.

В первых работах, посвященных кольцевым структурам Земли, выявленные путем дешифрирования космических снимков, кольцевые структуры, представлялись как фотоаномалии, которые потом предположительно сопоставлялись с различными геологическими телами. В последующих работах исследователи стали смелее выделять КС и уверенно отождествлять их с геологическими объектами. В результате выяснилось, что КС обнаруживаются в различных районах Земли, отличающихся резко по геологическому строению (Буш, 1985, Брюханов, 1985, Кац, 1980). Обращало на себя внимание то, что плотность проявления КС широко варьирует, в зависимости от геологического строения того или иного региона. Действительно, области широкого развития вулканогенных образований или области широкого развития метаморфических образований отличаются, как плотностью проявления КС, так и размерностью. Все новые данные относительно широкого развития КС на поверхности Земли и особенностей их размещения однозначно показывают, что они являются, наряду с линеаментами, существенным тектоническим элементом строения земной коры. Особенности размещения КС на поверхности Земли, по мнению многих исследователей, в значительной степени определяются их генотипами. Так, в вулкано-плутонических поясах наиболее широким распространением пользуются эндогенные вулканические, плутоногенные, вулкано-плутонические, вулкано-тектонические структуры и целые системы магматогенных кольцевых структур. В областях широкого развития

осадочных карбонатных и терригенно-карбонатных формаций можно ожидать распространение карстовых кольцевых структур, достаточно широко развиты метаморфогенные и тектоногенные КС. В тоже время космогенные структуры, являясь наложенными на любую геологическую основу, могут быть проявленными в любой геологической провинции. Сказанное при дешифрировании большого количества КС допускает, среди этого множества наличие КС различного генезиса. Учитывая различное внутреннее строение КС разнообразного типа, дифференцированное изучение и идентификация КС с известными на сегодняшний день генотипами является обязательным, независимо от того, что ряд из них изучены всё ещё недостаточно.

Круговые морфоструктуры метеоритного происхождения нашли признание исследователей только после обнаружения в конце 20-х годов XX столетия 1600-метрового Аризонского кратера в США. В последующие годы было описано еще несколько десятков кратеров космогенного происхождения, размеры которых колеблются от первых десятков до сотен метров и очень редко достигают десятков и сотен километров. Начало обоснования наличия метеоритных структур в СССР связано с работами В.Л. Масайтиса и его сотрудников, выявивших и изучивших признаки ударного метаморфизма на примере гигантского Попигайского кратера.

На территории СССР в 70-е годы прошлого века было установлено 15 достоверных и 30 предполагаемых метеоритных кратеров (Масайтис, 1975; Вальтер, Рябенко, 1977; Зейлик, 1978 и др.).

Таким образом, можно считать, что оживленное обсуждение проблемы кольцевых структур, происходящее в научном мире в последнее 40-50 лет, обусловлено, прежде всего, фундаментальной, как выясняется, ролью кольцевых структур в строении литосферы не только Земли, но и других планет Солнечной системы.

В отношении кольцевых структур имеется еще масса нерешенных вопросов, например, их генезис и возраст, процессы их развития в геологическом пространстве и геологическом времени, генетическая связь с другими феноменальными структурами Земли – линеаментами и т. д. В связи с этим, несомненно, что дальнейшее всестороннее изучение такого специфического и широко распространенного геологического объекта, каким безусловно являются кольцевые структуры Земли и планет Солнечной системы, позволит не только познать их природу, но и углубить наши представления о механизме формирования и развитии земной коры и связанных с ней полезных ископаемых. Наиболее широко распространенными среди КС на Земле, как показывают исследования последних десятилетий, являются космогенные и эндогенные структуры, изучению которых и будет посвящена в основном данная работа.

Наиболее важным в проблеме кольцевых структур является то, что почти все исследователи, занимающиеся их изучением, отмечают несомненную связь с ними различных полезных ископаемых. Приводятся многочисленные примеры, где многие нефтяные, газовые и рудные

месторождения приурочены к кольцевым структурам. Однако, несмотря на, казалось бы, очевидность установленной контролирующей роли кольцевых структур; в размещении полезных ископаемых, данный поисковый критерий в практической геологии используется все ещё в недостаточной степени.

Основание и исходные данные для разработки темы. Диссертационная работа является продолжением научных исследований соискателя, которые были начаты еще во время обучения в магистратуре КазНТУ и продолжены в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева с поступлением туда на работу. Базовыми данными для разработки темы диссертационной работы служат собранные фондовые и опубликованные материалы, касающиеся проблемы кольцевых структур, данные камеральных и полевых исследований при выполнении диссертантом в составе лаборатории геологических и рудных формаций грантовых и хоздоговорных 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 Центрально и Южного Казахстана и выявление среди них наиболее перспективных для постановки поисковых работ» (2018-2020 гг.).

Обоснование необходимости проведения данной научно-исследовательской работы.

На фоне почти полного истощения легкооткрываемых месторождений в Казахстане, как и во всем Мировом, начиная с конца XX века, резко увеличились масштабы добычи полезных ископаемых, что обусловило осязаемое отставание восполнения минеральных ресурсов по многим видам полезных ископаемых от их добычи. Кроме отмеченного, в последние десятилетия в состоянии минерально-сырьевой базы (МСБ) Казахстана, наметились дополнительные негативные явления, обусловленные недостаточной конкурентоспособностью месторождений значительной группы важнейших и традиционных для страны полезных ископаемых – меди, молибдена, цинка, золота и других.

Для выравнивания ситуации, когда **добыча опережает и превышает во много раз восполнение**, совершенно очевидной обозначается необходимость резкого увеличения поисково-разведочных работ, которые в стране почти свелись к нулю.

Учитывая вышесказанное, для решения указанной задачи очевидным становится не просто ускоренное возобновление поисковых работ, но и повышение их эффективности за счет выявления надежных поисковых критериев и привлечения новых современных методов. На современном этапе решение поисковых задач невозможно без использования оптимального комплекса базовых геолого-геофизических методов с планомерным привлечением данных дистанционного зондирования Земли

(ДЗЗ), компьютерных геоинформационных систем (ГИС). Только сочетание комплекса поисковых методов, позволяющее эффективно задействовать при поисковых работах гигантский объем данных, может способствовать успешному решению поисковых задач.

Сведения о научно-техническом уровне разработки.

Научно-технический уровень диссертации определяется большим объемом собранного и обобщенного материала по геологии, генезису и рудоносности кольцевых структур, применением современных компьютерных программ для обработки материалов ДЗЗ таких как Erdas Imagine и Geomatics, геоинформационных систем в виде программы ArcGIS и статистического анализа.

Сведения о метрологическом обеспечении диссертации.

В настоящей диссертационной работе основные результаты получены на основе дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли. Достоверность этих результатов подтверждается использованием в работе предварительно обработанных и привязанных сканерных снимков Landsat-7 и радиолокационных Radarsat-1, представленных АО «Казгеокосмос» и снимками Landsat-8 представленных ТОО «Центр дистанционного зондирования и ГИС «Терра» Алматы. Также в работе использованы результаты лабораторных исследований литогеохимических проб отобранных в полевые сезоны 2018-2019 гг. из кольцевых структур Шоптыбай, Аюлы, Шоймбай, Шынды, Восточно-Кызылтасская и др. Пробы анализировались в сертифицированных лабораториях ТОО «Help Geo» и в лаборатории физических и химических методов «Института геологических наук им. К.И. Сатпаева». Большая часть проб анализировались методом «полуколичественного оптико-эмиссионного спектрального анализа», оставшая часть проб методом «атомно-абсорбционного анализа» на золото.

Актуальность. Расширение в 60-80 годы космических исследований, включая космическое дистанционное зондирование поверхности Земли (ДЗЗ), показало широчайшее развитие на её поверхности кольцевых структур размерами от десятков и сотен метров до тысяч км в поперечнике.

Наиболее важным в практическом аспекте в проблеме кольцевых структур является отмечаемая всеми исследователями, приуроченность к ним определенных месторождений полезных ископаемых. Примеров тому, когда с КС устанавливается пространственная связь нефтяных, газовых, и рудных месторождений (медно-порфировых, золото-серебряных, редкометалльных и др.) на сегодняшний день можно привести множество. Однако, несмотря на казалось бы, очевидность установленной рудоконтролирующей роли кольцевых структур, данный поисковый критерий в практической геологии используется в недостаточной степени. Учитывая, что на современном этапе, когда фонд легкооткрываемых месторождений почти полностью иссяк, и для повышения эффективности поисков, крайне необходимо привлечение новых современных методов, необходимость полноценного использования материалов ДЗЗ представляется *сверхактуальной*.

Научная новизна проведённого исследования определяется тем, что на базе использования материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и ранее выявленных характерных признаков кольцевых структур различного генезиса, впервые проведено их ранжирование, определены наиболее широко развитые типы КС, и установлена степень интенсивности проявления той или иной рудной минерализации в КС разного генезиса, что позволяет рекомендовать новые направления поисковых работ на территории Центрального Казахстана.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами. Настоящая диссертационная работа непосредственно связана с выполняемой в лаборатории геологических и рудных формаций Института геологических наук им. К.И. Сатпаева грантовых проектов: 1. «Анализ эпitherмального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашского региона и выделение перспективных площадей для обнаружения крупных месторождений данного типа» (2012-2014 гг.); 2. «Возможность выявления крупнообъёмных эпitherмальных 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 является одним из основных исполнителей.

Цель исследования: на базе анализа многочисленных публикаций по космической геологии и геологии кольцевых структур выявить масштабность развития кольцевых морфоструктур на территории Центрального Казахстана, определить соотношение различных генетических типов кольцевых структур и выявить их магмо- и рудоконтролирующую роль.

Объектом исследования являются кольцевые структуры Центрального Казахстана и их рудоносность.

Предмет исследования: кольцевые структуры, интенсивность их проявления, определение их генетических типов, связь различной рудной минерализации с КС разного генезиса, выявленные перспективные рудоносные КС.

Задачи исследования: 1. Анализ многочисленной научно-технической информации по космической геологии и геологии кольцевых структур Земли. 2. На базе составленной Карты кольцевых Центрального Казахстана масштаба 1:1000 000 ранжирование их на различные генотипы и определение наиболее доминирующих их типов в Центральном Казахстане. 3. Обобщить материал по рудоносности Центрального Казахстана и определить связь её с кольцевыми структурами и крупными линеаментами. 4. Доизучить и выявить новые рудоконтролирующие кольцевые структуры разного генезиса Центрального Казахстана и выделить наиболее перспективные из них для обнаружения месторождений того или иного типа. 5. Разработать рекомендации относительно постановки поисковых работ на выявленных перспективных рудоносных кольцевых структурах.

Методологическая база исследований. Главными методами проектируемого исследования являются: дешифрирование материалов ДЗЗ, геологическое картирование, палеовулканические реконструкции, геохимические методы, металлогенический анализ, метод аналогии. Ряд из названных методов, в свою очередь, является комплексным.

Положения, выносимые на защиту:

1. 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;
2. 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;
3. Для Центрального Казахстана выявлена четкая приуроченность большей части рудной минерализации к кольцевым структурам;
4. 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 вулканогенно-эпитермального Au-Ag, Cu-порфирового и редкометального оруденений. Именно в первоочередных по перспективности кольцевых структурах, с интенсивно проявленной указанной минерализацией, следует ожидать обнаружение новых месторождений порфирового типа. К кольцевым структурам такого геолого-промышленного типа, рекомендуемых к постановке поисково-оценочных работ, относятся: Большой Конырат, Кызылтасская, Восточно-Кызылтасская, Сымбыльская, Шоймбайская, Шоптыбайская.

Практическая значимость исследования состоит в том, что кольцевые структуры можно эффективно использовать в качестве надежного поискового критерия для многих вулканогенных месторождений (медно-порфировых, золото-серебряных, редкометальных и т.д.), а выявление природы рудоносных кольцевых структур, учитывая различия внутреннего строения их, во многом определяет правильность стратегии поисковых и поисково-разведочных работ.

Публикации и апробация работы. По полученным результатам научно-исследовательской работы подготовлено и опубликовано 12 научных статей, в том числе 3 работ в изданиях, входящих в базу данных компании Clarivate Analytics, Scopus и имеющих ненулевой импакт-фактор и 4 статей 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: в России – III и V международные научные конференции «Корреляция алтаид и уралид: магматизм, метаморфизм, стратиграфия, геохронология, геодинамика и металлогеническое прогнозирование», Новосибирск, в 2016 и 2020 годах; в

Болгарии – «17th 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.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 136 – страницах компьютерного набора и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников, включающих 153 наименований. Диссертация иллюстрирована 51 рисунками, 5 таблицами.

Во введении раскрыты актуальность исследований, конкретизированы вопросы, связанные с исследуемой темой. Поставлены цели, задачи и методы исследований, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава отведена основным этапам развития дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), обзору и анализу генетических типов кольцевых структур, разнообразию методов их изучения и их рудоносности на примере отечественных и зарубежных рудных полей месторождений.

Описаны основные виды материалов ДЗЗ и сферы их применения. Отмечено, что в настоящее время материалы ДЗЗ широко используются в горнодобывающей, нефтегазовой и других отраслях; однако это использование еще не является частью общего рабочего процесса всех организаций, в значительной степени из-за ограниченного понимания их возможностей, и сложностью обработки и использования таких данных.

Сделан обзор истории изучения кольцевых структур анализу генетических типов кольцевых структур. Так, по многочисленным публикациям (Борисов О.М., Глух А.К., Кац Я.Г., Брюханов В.Н., Буш В.А. Зейлик Б.С и др.) кольцевые структуры по генезису выделяются в шесть самостоятельных тектонических форм: магматогенные, космогенные, нуклеарные, метаморфогенные, тектоногенные, экзогенные.

Наиболее важным в практическом аспекте в проблеме кольцевых структур является отмечаемая всеми исследователями, приуроченность к ним определенных месторождений полезных ископаемых. Первая глава завершается типовыми примерами зарубежных и отечественных рудных полей месторождений находящихся в пространственной связи с кольцевыми структурами.

Вторая глава посвящена методике дешифрирования материалов ДЗЗ и выявления масштабности проявления КС в Центральном Казахстане. По данным многих исследователей (Борисов О.М., Кац Я.Г., Брюханов В.Н., Зейлик Б.С., Корчуганова Н.И., Нурходжаев А.К., Lillesand, Т.М., Kiefer, R.W. и др.) выделяются два основных метода дешифрирования материалов ДЗЗ визуальный и автоматизированный. Подробно описаны особенности этих методов.

В работе для выявления кольцевых структур и линиamentов применялся визуальный метод дешифрирования и дешифрирование материалов ДЗЗ производилось в три этапа:

- Подбор космических снимков и предварительная их обработка
- Визуальное дешифрирование с выделением кольцевых и линейных структур;
- Оцифровка материалов дешифрирования в программе ArcGIS и создание информационной базы данных кольцевых структур Центрального Казахстана.

Визуальное дешифрирование проводилось во врезках космических снимков 1:500 000 масштаба, соответствующих конкретным номенклатурным листам. При дешифрировании выделялись изометричные, овальные, дугообразные, полукольцевые структуры с размерами от 500 метров до 50 и выше километров. Выделялись линейные структуры разного размера. Часть линиamentов и кольцевых структур соответствует разрывным нарушениям на геологической карте, большинство отдешифрированы впервые.

Оцифровка результатов визуального дешифрирования проводилась в программе ArcGIS ручным способом без применения методов трассирования из растровой графики. При дешифрировании составлялась таблица атрибутов в которой отражены номер структуры, для известных КС – наименование, параметры, рудоносность, если она имеется, и её количество. Таблицу атрибутов можно наращивать с появлением новых данных при анализе геолого-геофизических материалов.

Для выявления частоты встречаемости или интенсивности распространения кольцевых структур был проведен подсчет их на отдешифрированных планшетах космических снимков исследованной территории. При этом выделялись три группы кольцевых структур по размерности: первая группа – крупные кольцевые структуры диаметром 30-50 и >50 км, вторая – средних размеров 10-29 км, третья – мелкие кольцевые структуры диаметром 0,5-10 км. Результаты этих подсчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Частота встречаемости кольцевых структур (КС) различной размерности в Центральном Казахстане

Номенклатура листа	Количество КС по размерности			Общее количество КС
	крупные 30-50 км и >50	средние 8-29 км	мелкие 0,5-8 км	
N-42-B	1	15	247	263
N-42-Г	2	29	112	143
N-43-B	4	20	74	98
M-42-A	8	45	271	324
M-42-B	2	58	250	310
M-42-B	0	97	224	321
M-42-Г	3	69	46	118
M-43-A	7	66	54	127
M-43-B	6	37	46	89

М-43-В	10	89	102	201
М-43-Г	5	78	119	202
Л-42-А	3	45	20	68
Л-42-Б	8	41	36	85
Л-43-А	4	31	145	180
Л-43-Б	11	15	82	108
Л-44-А	5	31	69	105
Итого	79	776	1897	2742

Далее диссертант совместно с коллегами сделали попытку предварительного ранжирования кольцевых структур по генезису. Как известно, что все типы КС характеризуются различными геологическими, морфологическими, петрографо-минералогическими, геофизическими признаками, которые являются основой ранжирования их по генезису. С учетом указанных признаков ранжирование отдешифрованных КС по генезису было проведено путем совместного анализа, составленной диссертантом «Карты кольцевых структур Центрального Казахстана» м-ба 1:1000 000 со всеми геологическими картами м-ба 1:500 000 Центрально-Казахстанской серии (Л.Ф. Думлер, И.В. Орлов, В.Ф. Беспалов, 1981 г.) и их объяснительными записками. Также использованы:

- «Схема размещения интрузивных массивов Центрального Казахстана» м-ба 1:2 000 000 В.И. Серыха (1985-1995 гг.);
- «Космогеологическая карта Казахстана» м-ба 1:1 000 000 Б.С. Зейлика (2008 г.);
- «Схема размещения позднепалеозойских магматогенных кольцевых структур Центрального Казахстана» м-ба 1:500 000 Э.Ю. Сейтмуратовой (2004 г.);

При проведении ранжирования главным критерием являлся вещественный состав пород, слагающих ту или иную кольцевую структуру. В результате анализа Карты «Кольцевых структур Центрального Казахстана» впервые с учётом особенностей строения КС разного генезиса было произведено ранжирование отдешифрованных кольцевых структур по генезису и составлена таблица 2.

Таблица 2 – Результаты ранжирования кольцевых структур Центрального Казахстана по генетическим признакам [в квадратной скобке указано количество достоверных метеоритных структур]

№ п/п	Номенклатура листа	Магматогенные (эндогенные) КС	Космогенные КС	КС неустановленной природы	Общее количество КС
1	Л-44-А	77	3 [1]	26	106
2	Л-43-Б	79	4	25	108
3	Л-43-А	137	12 [1]	31	180
4	Л-42-Б	57	1	27	85
5	Л-42-А	11	[1]	56	68
6	М-42-В	31		230	261
7	М-42-Г	69	1	48	118

8	М-43-В	156	2	43	201
9	М-43-Г	171	8	23	202
10	М-43-Б	62	1	26	89
11	М-43-А	71		56	127
12	М-42-Б	47	2 [1]	261	310
13	М-42-А	50		184	324
14	Н-42-В	48	2 [1]	219	269
15	Н-42-Г	96	2	44	143
16	Н-43-В	44	1	53	98
	Всего	1206	39	1352	2689

В третьей главе описаны особенности геологического строения типовых эндогенных и космогенных КС Центрального Казахстана. Составлена таблица типовых магматогенных кольцевых структур Центрального Казахстана (таблица 3) по материалам предшественников, и приведены подробные описания геологического строения известных магматогенных Улькен-Каракуу, Кызыладыр и космогенных кольцевых структур, таких как, Шунак, Акшоки и Арганаты.

Таблица 3 – Магматогенные КС Центрального Казахстана

№ п/п	Наименование КС	Тип	Размер, км	Возраст	Лист	Автор, Источник
1	2	3	4	5	6	7
1	Жантау	ВТС	5x5	P ₂ -P ₃	М-43-115-127	Тацинина М.В., Донских В.В.
2	Архарлы	ВТС		C ₂ -P ₃	М-43	
3	Кызыладыр	ВПС	20x20	C ₁ -P ₃	L-43-19	Щербакова, М.Н., 1967
4	Майтас	ВПС	17x16	C ₂ -P ₃	L-43-7	
5	Бектау-Ата	ВПС	37x30	P ₂ -T ₁	L-43-18	
6	Котанэмель	ВПС	30x25	C ₁ -P ₃	L-43-VI	
7	Каргалинская	Кальдерная	42x30	C ₁ -P ₂	М-43-137	Шарпенюк, Л.Н., 1964
8	Кызылрайская	Кальдерная	35x28	C ₁ -T ₁	М-43-127	Шарпенюк, Л.Н., 1964
9	Бугулинская	Кальдерная	35x50	C ₁ -P ₂	М-43-XXV-XXVI	Курчатов А.М., 1984
10	Улькен-Каракууская	Кальдерная	15x17	C ₁ -P ₂	М-43-103-115	Малахов, 1964
11	Чубарайгырская	ВТС				Коптева, 1974
12	Тас-Кызыльская	ВТС				Трифонов, 1967
13	Ушкаинская	ВПС				Коптева, 1974
14	Джангельдинская	ВТС	20x17	C ₂ -P ₂	L-43-29	Сейтмуратова Э.Ю. и др., 2000
15	Бесикжальская	ВТС	13x12	C ₂ -P ₂	L-43-41	Сейтмуратова Э.Ю. и др., 2000
16	Кокдомбакская	ВПС	28x17	C ₂ -P ₂	L-43-29-41	Сейтмуратова Э.Ю. и др., 2000
17	Архарлинская	ВТС	-	C ₁ -P ₂	L-43-11	Зейлик, 1968
18	Кызылтасская	ВПС длительного	20x18	C ₂ -P ₃	М-43-138	Зейлик, 1661

		развития				
19	Вулкан Михнеевича	ВС	7х7	C ₁ -C ₂	М-43-138	Зейлик, 1661
20	Жалпак-Адыр	Купольная	28 км	O		Авдеев, 1965
21	Зерендинская	Докембрийская купольная	90 км	O ₃		Авдеев, 1965
22	Боровская	Купольная	17х23	D ₁	N-42-XXIX	Коптев-Дворников, 1953
23	Жаман-Койтасский	Купольная				Авдеев, 1965
24	Араульская	Кальдерная		S-D		Авдеев, 1965
25	Восточный Конырат	Купольная	15х13	P ₁	L-43-31	
26	Каркарала	Купольная ПС				Авдеев, 1965
27	Ортау	Купольная ПС	14х14		М-43-XXXI	Авдеев, 1965
28	Сарытау	Купольная ПС				Авдеев, 1965
29	Шалтас	Купольная ПС				Авдеев, 1965
30	Кызылтау	Купольная ПС				Авдеев, 1965
31	Кент	Купольная ПС	19х20	C ₃	М-43-XXVIII	Коптева, 1974
32	Кувская	Купольная ПС	13х14	P ₂	М-43-XXIII	Коптева, 1974
33	Жаман-Карабас	Сложного строени ВТС	20х17	D ₁ -D ₂	М-43-121-122	-
34	Жанет	Сложного строени ВТС	19х16	C ₁ -P ₂	L-43-17	-
35	Найзакара I	Система кольцевых структур	20х22	C ₂ -P ₂	L-43-6	-
36	Баян-Аул	Купольная	20х36	Pz ₃	М-43-X	Монич, 1957
37	Темирши	Купольная	19х16			
38	Акбастау-Кусмурунская	Сложного строени ВТС	35х40	O ₃	М-44-XXXI	Каипов, 1970

В четвертой главе приводится характеристика рудоносных кольцевых структур разного генезиса Центрального Казахстана. Описаны геологические особенности ранее выделявшихся предшественниками рудоносных кольцевых структур: Конырат, Акбастау-Космурун, Каргалинской, Байназарской. Выявлена приуроченность некоторых известных месторождений и рупопроявлений к кольцевым структурам таких как кольцевая структура Большой Конырат с группой редкометальных месторождений, золоторудная вулcano-калдера Сымбыл, группа полиметаллических месторождений Майкаин. Также приведена геологическая характеристика впервые выделенных рудоносных кольцевых структур Шоймбай, Шоптыбай, на которых проводились полевые работы с картированием структуры и с отбором лигеохимических проб. Так, результаты лабораторных исследований 40 проб участка Шоимбай характеризуют необычный аномальный геохимический состав пород. Так содержание Со в 110 раз превышает кларк, содержание Ag в 60 раз выше кларка. Несколько больше кларка коэффициент концентрации у Pb (5,0) и Sb (3,75). Отмечается высокая меденосность

кольцевой структуры Шоптыбай (рис. 1), в ней установлено 10 точек минерализации меди. Результаты лабораторных исследований проб, отобранных с этих точек минерализации, показали повышенные содержания в них меди и серебра - Cu около 1%, Ag около 30-50 г/т.



1 – нерасчлененные четвертичные отложения, 2 – нижнекаменноугольные карбонатные отложения, 3 – средне-верхнедевонские терригенные отложения, 4 – нижне-среднедевонские вулканиты кислого состава, 5 – туфы преимущественно кислого состава, 6 – среднедевонские вулканиты среднего состава, 7 – окварцевание, 8 – вторичные кварциты, 9 – разрывные нарушения, 10 – точки медной минерализации

Рисунок 1 – Схема геологического строения кольцевой структуры Шоптыбай на снимке Bing

В пятой главе приводятся статистические данные рудоносности кольцевых структур Центрального Казахстана. Дается анализ типам минерализации находящимся в пространственной связи с отдешифрованными кольцевыми структурами, а также научно-обоснованная оценка промышленных перспектив структурно-формационных зон (СФЗ) Центрального Казахстана с позиции выявленных кольцевых структур. На основании статистического анализа проявлений разного типа рудоносности в СФЗ Центрального Казахстана, была уточнена для ранее выявленных и определена для вновь выявленных КС металлогеническая специализация.

Краткие выводы по результатам диссертационных исследований

Данная работа ориентирована на дальнейшее развитие необычайно интересного направления в геологии – изучение кольцевых структур, широкое распространение которых на поверхностях всех планет Солнечной системы стало очевидным в первые же годы космических съемок. Однако, при всей актуальности использования в геологии материалов дистанционного

зондирования Земли (ДЗЗ), работ в этом направлении было проведено и проводится неоправданно мало, особенно в Казахстане. В свете сказанного данное исследование характеризуется элементами новизны и инновационности. В итоге проведенного исследования получены следующие результаты:

- Дана оценка состояния изученности кольцевых структур (КС) на базе опубликованного и фондового материала по геологии и металлогении КС, приведенных в списке использованной литературы (в работе всего 154 наименований).

- Проведено дешифрирование материалов ДЗЗ по общепринятым методам по территории 17 планшетов масштаба 1:500 000

- По материалам предшественников систематизирована методика дешифрирования, методика изучения кольцевых структур и описаны особенности геологического строения типовых кольцевых структур Центрального Казахстана.

- К главным результатам проведенного исследования следует относить составленную «Карту кольцевых структур Центрального Казахстана» масштаба 1:500 000, на которой выделено 2686 КС различной размерности и природы. Наличие такого большого количества КС свидетельствует об интенсивной раздробленности литосферы и автономного развития их, обусловленного процессами в мантии и бомбардировкой из космоса. Участки литосферы с широким проявлением КС являются зонами повышенной проницаемости для более интенсивного протекания массо-тепловых процессов и формирования рудных объектов.

- В результате проведенного анализа интенсивности КС полистно и по СФЗ выявлено соотношение кольцевых структур по размерности. Отмечается крайне неравномерное проявление КС, во многом зависящее от вещественного состава пород, участвующих в геологическом строении того или иного участка земной коры. Выявляемые КС четко ранжируются по размерности на 3 класса: крупные с диаметром от 30 и >50 км, средние 10-29 км и мелкие с диаметром 0,5<10 км. Преобладающими являются мелкие КС, которые на исследованной площади Центрального Казахстана выделяются в количестве 1897. В то время как КС среднего размера насчитывается 1077, а крупных – всего 197.

- Согласно огромному количеству публикаций КС подразделяются на 6 типов по генезису: магматогенные, космогенные, нуклеарные, метаморфогенные, тектоногенные, экзогенные. Все эти типы КС имеют место на исследуемой территории. На базе составленной Карты кольцевых структур Центрального Казахстана впервые было проведено ранжирование их по генотипам, определены доминирующие типы и составлена таблица, представленная во 2-й главе. Так, из дешифрируемых на исследуемой территории 2689 кольцевых структур 1206 отнесены к группе магматогенных, которые фрагментарно, либо полностью, представлены магматическими образованиями и распространены, главным образом, в вулcano-плутонических поясах Девонского, каменноугольно-пермского

Балхаш-Илийского и каменноугольного Тасты-Кусак-Котырасан-Алтынэмельского ВПП, а также в Северо-Западном секторе островодужной Бозшаколь-Шынгыс-Тарбагатайской складчатой системы. Большая часть - 1352 дешифрируемые кольцевые структуры относятся к группе неустановленного генезиса. Такие структуры, в основном, отмечались на плохо обнаженных территориях и на территориях с выходами осадочных и метаморфических отложений. Также согласно «Каталога импактных структур Земли» А.В. Михеевой, на территории изучаемых листов фиксируются 39 импактных структур, из которых 5 отнесены к группе достоверных КС, остальные 34 - к группе вероятных и предполагаемых.

- Составлена база данных кольцевых структур в ArcGIS Database, в которую вошли выделенные ранее предшественниками КС и вновь выявленные при дешифрировании. База представлена таблицей атрибутов, отражающей номер структуры, для известных КС – наименование, параметры, генетический тип, рудоносность, если она имеется, и её количество. Таблицу атрибутов можно наращивать с появлением новых данных при анализе геолого-геофизических материалов. Базу можно без трудностей интегрировать с другими Геоинформационными системами и экспортировать в M-s Access.

- На основании статистического анализа проявлений разного типа рудоносности в СФЗ Центрального Казахстана, была уточнена для ранее выявленных и определена для вновь выявленных КС металлогеническая специализация.

- Надежный базовый материал по рудоносности исследованной территории, освещенный в главе 5, дал возможность составить очень информативную таблицу 5.2, в которой показана интенсивность проявления рудной минерализации в СФЗ Центрального Казахстана и количество ее в пространственной связи с КС. Анализ таблицы показал прямую зависимость концентрации рудоносных КС от состава слагающих ту или иную СФЗ породных комплексов и, соответственно, от обстановок их формирования. Также по данным таблицы устанавливается преобладание того или иного типа минерализации в СФЗ, в связи с чем подтверждается или уточняется ранее выявленная металлогеническая специализация их.

- По данным таблицы четко обозначилась полиметальная специализация большинства СФЗ Центрального Казахстана, а в связи с этим приуроченность к одной и той же кольцевой структуре проявлений различной минерализации.

- Проведенный анализ типов минерализации показал преимущественное развитие в СФЗ Центрального Казахстана медно-порфировой, медно-порфировой с золотом и золото-серебряной минерализаций.

- Проведенный статистический анализ пространственной связи минерализации с КС показывает их высокую роль в рудолокализации, что позволяет рекомендовать их в качестве эффективного поискового критерия, поэтому, несмотря на значительные различия в геологическом строении

исследованного региона, наличие и количество рудоносных кольцевых структур позволяет ранжировать исследуемые площади на различные группы по степени перспективности.

- В итоге для постановки дальнейших поисково-оценочных работ рекомендованы в качестве перспективных КС Большой Конырат, Кызылтасская, Восточно-Кызылтасская, Сымбыльская, Шоймбайская, Шоптыбайская с медной и золото-серебряной специализацией.

Полученные результаты достаточно убедительно свидетельствуют о том, что доизучение кольцевых структур на новом уровне с использованием современных методов ДЗЗ представляется перспективным и продуктивным направлением поисков.