

**МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ АСИММЕТРИЯ И ДИССИМЕТРИЯ ЭНДОГЕННЫХ СТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА. СТАТЬЯ 1. ПРИНЦИП КЮРИ И РАЗМЕЩЕНИЕ РУД МЕТАЛЛОВ И АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ В ОЧАГОВЫХ СИСТЕМАХ**

*А.А.Гаврилов*

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г.Владивосток*

Эндогенные структуры центрального типа (СЦТ) представляют класс инъективных дислокаций корового и мантийного заложения, которые контролируют размещение проявлений, месторождений и районов сосредоточения полезных ископаемых разного типа (руды металлов, алмазы, углеводороды и др.). Сравнительное изучение и выявление общих закономерностей их локализации связано с необходимостью использования формализуемых признаков и схем описания очаговых систем разного генезиса, возраста и ранга. Определяющая роль в решении этих задач принадлежит аппарату теории симметрии, которая является составной частью общей теории систем. Рассмотрены многочисленные примеры разнопорядковых очаговых структур, характеризующихся асимметричным и диссимметричным расположением различных руд металлов и алмазоносных кимберлитов относительно геометрического центра и зеркальной линии, различной продуктивностью и минерагенической специализацией диаметральных блоков. В основе этого явления лежит взаимоналожение симметрий структурообразующих потоков энергомассопереноса и анизотропной геологической среды (принцип Кюри). Установленные общие закономерности асимметричного размещения полезных ископаемых в СЦТ позволяют существенно сократить объем непроизводительных поисково-разведочных работ, более целенаправленно проводить геологические изыскания и решать вопросы прогнозирования.

**ВВЕДЕНИЕ**

Важнейшая роль эндогенных структур центрального типа (СЦТ)\* в контроле проявлений, месторождений руд и размещении рудных районов по мере развертывания разномасштабных космогеологических и морфоструктурно-минерагенических исследований в различных регионах становится все более очевидна [8, 11, 17, 18, 20, 27, 28 и др.]. По некоторым данным [12] более 70% месторождений меди, молибдена, вольфрама, олова, золота, серебра и других металлов пространственно связаны с СЦТ различного генезиса и возраста. Рудоконтролирующее значение СЦТ определяет и ее россыпеконцентрирующую функцию. Рудные тела и зоны, разрушаясь под действием экзогенных процессов, формируют вторичные ореолы и потоки рассеивания. По материалам В.А. Буряка и Е.В. Нигаи [2], СЦТ, занимая 47% территории Приамурья, контролируют размещение 62% россыпей. Пространственно-генетические связи россыпей с СЦТ установлены также в других россыпепеносных провинциях Дальнего Востока [30, 31 и др.]. Столь же хорошо известна приуроченность многих месторождений нефти и газа к куполь-

ным, сводовым и другим СЦТ [14, 18, 29 и др.]. В частности, по материалам В.Б. Полкановой [21] из 186 выделенных ею в Западно-Сибирской провинции СЦТ 142 совпали с известными месторождениями углеводородов (около 76%). Сопоставимые результаты получены и по другим регионам [14].

Все это позволяет оценивать эндогенные СЦТ как универсальные формы отражения инъективных дислокаций [6], контролирующих поступление потенциально продуктивных разноглубинных потоков тепломассопереноса недр к поверхности и размещение проявлений и месторождений различных типов полезных ископаемых.

На фоне постоянно растущего объема структурно-геоморфологических, космогеологических и геофизических данных о строении рудо- и нефтегазоносных районов все большую актуальность приобретает выявление общих пространственных закономерностей размещения и локализации полезных ископаемых в СЦТ. Некоторые шаги в этом направлении уже сделаны. Установлено, что характерной чертой многих рудоконтролирующих и рудовмещающих СЦТ является радиально-концентрическая зональность размещения оруденения. Такие данные получены для гранито-гнейсовых куполов [1], вулканотектонических депрессий, плутонических, вулканоплутонических куполов [3,4, 20, 24 и др.], сводово-блоковых поднятий [12, 17, 25 и др.] и других оча-

\* В данной работе анализируются СЦТ, связанные с существованием коровых и более глубинных энергогенерирующих очагов (центров). СЦТ экзогенной природы не рассматриваются.

говых структур. В качестве участков повышенной концентрации проявлений рудной минерализации выделяются области наложения очаговых структур друг на друга - зоны интерференции, по В.В.Соловьеву [28], или зоны встречных дуг, по М.Г.Золотову [9]. По аналогии с этим имеются данные о приуроченности к узлам интерференции, участкам сопряжения встречных концентров потенциально нефтегазонасных СЦТ залежей углеводородного сырья [18]. Повышенной перспективностью отличаются также зоны пересечения очаговых структур секущими магмо- и рудоконтролирующими разломами, узлы пересечения концентрических и радиальных каркасных разломов [3, 12, 17 и др.]. По мнению И.Н. Томсона и Н.Т. Кочневой [32] особое рудоконцентрирующее значение в пределах длительноживущих эндогенных центров имеют сателлитные очаговые структуры, связанные с наиболее поздними этапами тектономагматической активности. Э.Уиссер [35] в результате изучения более 100 рудных месторождений и полей Кордильер пришел к выводу о ведущей контролирующей роли купольных магматогенных структур. В ряде случаев им отмечается, что рудная минерализация концентрируется в пределах полукуполов. При анализе большого массива данных по 22 видам полезных ископаемых России и ряда континентов Б.В.Ежовым и В.Л.Андреевым [8] сделаны выводы: о рудной специализации различных кольцевых зон СЦТ мантийного заложения; закономерности ассоциаций рудных и некоторых нерудных полезных ископаемых в пределах кольцевых зон разного диапазона значений радиусов; приуроченности максимальной плотности месторождений к группам сопряженных кольцевых зон определенного размера.

В то же время, некоторые общие особенности локализации полезных ископаемых в пределах разнорядковых СЦТ еще недостаточно широко освещены в центральной печати и мало известны геологам практикам. Это касается, в частности, явлений металлогенической и минерагенической диссимметрии и асимметрии СЦТ [5, 6]. Появляются десятки публикаций с замечательными фактами асимметричного размещения полезных ископаемых в СЦТ [19, 26, 36, 40, и др.], но этот феномен никто не отмечает. Между тем, помимо научного значения, минерагеническая асимметрия СЦТ представляет огромный практический интерес, позволяя существенно сузить фронт поисковых, поисково-разведочных работ и сократить объем непроизводительных расходов.

#### МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Эндогенные СЦТ представляют класс конвективных диссипативных самоорганизующихся структур, образование которых определяется взаимодействием разноточных потоков вещества и энергии

с породами земной коры и литосферы. Поскольку конвективные процессы протекают только в условиях, когда вещество находится в подвижном (газовом, жидком или квазижидком) состоянии, форма и симметрия потоков энергомассопереноса и связанных с ними геологических тел и структур повторяет симметрию силового поля окружающей среды, т.е. гравитационного поля Земли. Обычно она описывается на основе формулы симметрии конуса  $L_{\infty} P(m)$ , трансформируемой для большинства природных объектов в  $L_n P(n, m)$ , где  $L$  - ось симметрии бесконечного или  $n$  порядка,  $P$  - плоскость симметрии,  $m$  - зеркальная линия [28, 38]. В соответствии с принципом Кюри [15] СЦТ сохраняет только те элементы собственной симметрии потока, которые совпадают с наложенными элементами симметрии среды. Для изотропных условий она совпадает с симметрией сферы, а для анизотропной-эллипсоида. Их суперпозиция с симметрией конвективных токов в гравитационном поле дает результирующую формулу с теми же основными элементами  $L$  и  $P$ .

На пространственную организацию потоков энергомассопереноса влияет также форма источника энергии, морфология области возмущения среды. Так как в данном случае рассматриваются области аномальной эндогенной активности, организованные из одного центра и принципиально сводимые к точке, симметрия поля напряженности будет соответствовать сфере или эллипсоиду. Кумулятивный выброс энергии из такой области имеет форму телесного угла, симметрия которого также описывается на основе формулы конуса.

Анализ многочисленных материалов по моделированию инъективных дислокаций [16, 20, 23 и др.] показывает, что общая схема реализации напряжений из эндогенного центра (очага, фокуса) представляет собой процесс преодоления потоком вещества и энергии физического барьера, соотносимого с одним или несколькими слоями пород. Например, при взрывном процессе выброс материала осуществляется в виде кумулятивной струи, ориентированной в направлении наименьшего сопротивления среды (принцип минимизации энергозатрат), а пробой имеет форму конуса, или цилиндра, переходящего в конус (флюидно-экспозивные структуры, трубки взрыва и др.). Центральная ось СЦТ фиксирует направление максимального потенциала и, соответственно, наименьшее расстояние между энергетическим центром и поверхностью. Поток энергомассопереноса направлен против вектора силы тяжести, но его работа осуществляется в геологической среде, которая полностью подчинена симметрии гравитационного поля. При относительно медленном процессе взаимодействия потока и внешней среды главенствующая роль гравитации проявлена еще более

наглядно: инъективные дислокации и возникающие формы напрямую связаны с дефицитом плотности более глубоко залегающих магматических или осадочных пород, явлениями плотностной, температурной конвекции, диапиризма. Именно симметрия гравитационного поля лежит в основе подобия внешней формы и гомологии инфраструктур СЦТ разных размеров, рангов, классов размерности [6]. Меняются соотношения мощности энергетических центров и глубин их залегания, физико-механические и реологические свойства пород, параметры систем разрывов и т.д., но пространственная организация сателлитных очаговых формирований и систем разломов, связанных с инъективными дислокациями сохраняет черты радиально-концентрической инфраструктуры. В геологической практике известны примеры практически идеальной радиально-концентрической организации вещественных и структурных комплексов и связанных с ними рудных тел и зон, которые могут рассматриваться как эталонные (Арбарастахский, Кондерский и другие мафические массивы, гранитные кольцевые комплексы Северной Африки и т.д.). Гомология форм и инфраструктур СЦТ различных типов и классов размерности открывает возможности их сравнительного изучения и делает уникальным объектом тектонических и минерагенических исследований.

Любые проявления диссимметрии\* и асимметрии в распределении конформных вещественных комплексов и связанных с ними геохимических аномалий разного ранга (вплоть до месторождений) от эталонов отражают, в соответствии с правилом Кюри, искажающее влияние факторов внешней среды, ее анизотропию. Эти «дефекты» (в том числе и минерагенические) СЦТ могут служить важным предметом исследований, так как несут информацию о среде и условиях формирования инъективных дислокаций разного уровня глубинности.

В основе выявления общих закономерностей размещения полезных ископаемых в СЦТ лежит сравнительный анализ особенностей локализации различных по происхождению и составу проявлений полезных ископаемых в очаговых системах разных классов размерности, генезиса, возраста, ранга. Сопоставление столь разнородных данных и признаков возможно только на основе унифицированного подхода, в частности, использования аппарата теории симметрии, которая является важной составной частью общей теории систем [37].

В физике и математике симметрия рассматривается обычно как свойство инвариантности относительно групп преобразований. Однако при решении конкретных задач необходимо определить тип объекта-носителя симметрии и совокупность анализируемых признаков. В соответствии с известными представлениями А.В. Шубникова [39] одно и то же реальное тело может иметь различную симметрию в зависимости от тех свойств и признаков, которые выбираются для анализа. Очевидно, что симметрии размещения конформных магматических комплексов и проявлений полезных ископаемых в СЦТ могут быть существенно различны, отражая сложную специфику взаимодействия факторов потоков энерго-массопереноса и среды. По Ю.А. Урманцеву [37], симметрия-категория, обозначающая сохранение признаков  $\Pi$  объектов относительно изменений  $I$ . Относительно других изменений множество  $\Pi$  может не быть инвариантным, поэтому необходимое дополнение любой симметрии соответствующая ей асимметрия. Асимметрия-диалектическая противоположность симметрии, категория, обозначающая несохранение признаков  $\Pi$  относительно изменений  $I$ . Этот термин довольно широко используется при описании неравномерного распределения признаков или деталей поверхности различных симметричных объектов: кристаллов, вулканов, небесных тел и др.

Введение криволинейных зеркальных плоскостей, зеркально-винтовых осей симметрии и других новых элементов, формирование воззрений о двух- и многоцветной, криволинейной, гомологической симметрии (работы А.В. Шубникова, Д.В. Наливкина, В.И. Михеева и др.) знаменуют поиск новых, все более сложных закономерностей строения и пространственной организации различных систем и структурирования пространства. С этих позиций, асимметричное распределение признаков в пределах какой-либо формы или СЦТ, исходя из другой модели описания, можно представить как антисимметричное, или сочетание черного и белого полей признаков. В антисимметричном мире в виде асимметрии выступает симметрия и, наоборот, при традиционном подходе асимметрия и антисимметрия могут рассматриваться как синонимы. Тем не менее, понятие асимметрии сохраняет свое методологическое значение, фиксируя минимальный уровень упорядоченности и своеобразную точку отсчета в общей шкале оценки симметрии распределения признаков. Если зависимость симметрии от выбора признаков и типов преобразований определяет ее относительность, то триада понятий: симметрия-диссимметрия-асимметрия имеет абсолютное значение, являясь основой любого симметричного анализа, независимо от выбора признакового пространства и систем операционных преобразований.

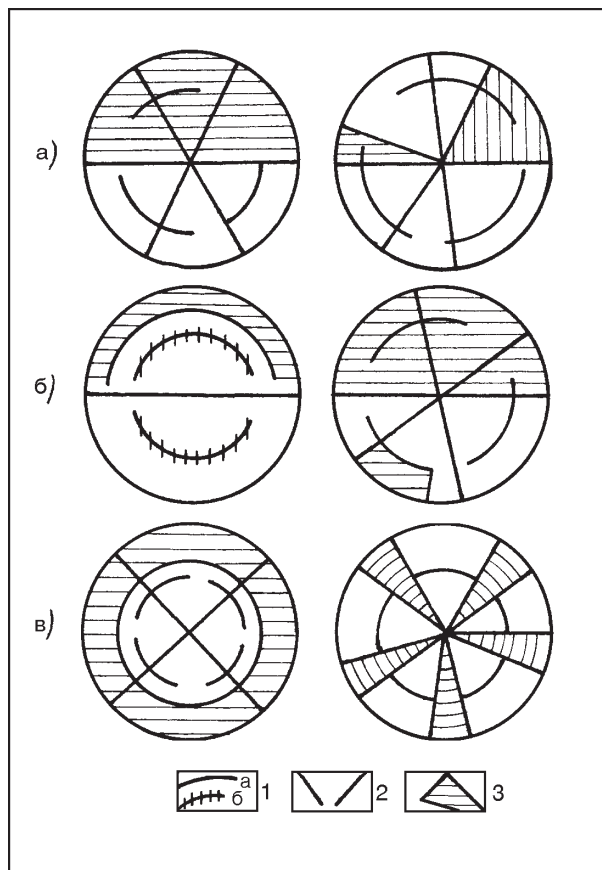
---

\* Диссимметрия по П.Кюри [15] - совокупность отсутствующих элементов симметрии, выступает здесь как показатель отклонения пространственной организации элементов структурного и вещественного конформного комплекса СЦТ от идеальной модели.

Выбор оптимальной модельно-целевой установки и схем унифицированного описания СЦТ [6] во многом определяется уровнем их изученности и паспортизации. Накопленные к настоящему времени данные отражают только начальный этап исследования возможностей применения симметричного анализа для выявления общих закономерностей локализации полезных ископаемых в СЦТ. Поэтому целесообразно ограничиться рамками простых, достаточно хорошо апробированных в кристаллографии [38] моделей. Плоскостная проекция СЦТ может быть уподоблена проекции какого-либо кристалла при сопоставлении сегментарных, секторальных блоков граням, радиальных и конических разломов ребрам и т.д. В перспективе наряду с традиционными элементами симметрии при изучении локализации полезных ископаемых в СЦТ могут применяться винтовые, зеркально-винтовые оси, трансляционные преобразования симметрии подобия, отражающие радиально-концентрическую организацию и рост энергетических центров, антисимметрии и др. Но в этом случае, сложность создания унифицированной модели для описания всего многообразия потенциально продуктивных СЦТ существенно возрастает.

На рис 1 показаны некоторые, часто встречаемые варианты минерагенической асимметрии, диссимметрии и симметрии СЦТ (см. ниже). Штриховкой отмечены блоки, отличающиеся по продуктивности или минерагенической специализации. Теоретически, число возможных вариантов размещения различных по продуктивности и специализации блоков и сателлитных очаговых структур может быть достаточно велико. Однако статистически обоснованных эмпирических данных о различных типах минерагенической симметрии, диссимметрии и асимметрии СЦТ пока недостаточно. В данной работе акцентируется внимание на наиболее ярко выраженном типе асимметрии, связанном с различной продуктивностью диаметральных блоков, и некоторых особенностях диссимметричного размещения полезных ископаемых.

Под минерагенической симметрией СЦТ понимается такой порядок расположения различных по масштабу продуктивных, минерагенически специализированных секторальных, сегментарных, диаметральных, концентрических блоков и сателлитных очаговых структур, который может быть описан и воспроизведен на основе осей, плоскостей симметрии и центра инверсии. Инвариантность преобразований определяется четкой геометрической позицией, конфигурацией выделов и применением элементов симметрии, обеспечивающих совмещение и взаимоналожение минерагенически специализированных частей СЦТ при вращении их вокруг вертикальной оси, трансляции или отражении в зеркальной плос-



**Рис. 1.** Принципиальная схема некоторых возможных вариантов минерагенической асимметрии (а), диссимметрии (б) и симметрии (в) СЦТ

Каркасные системы разломов. 1- дуговые и кольцевые: а-рудоконтролирующие, б-рудоносные; 2- радиальные. 3- диаметральные, секторальные и сегментарные блоки, отличающиеся максимальной концентрацией полезных ископаемых или специфической минерагенией (штриховка).

кости (линии). Очевидно, что эти особенности композиции характеризуют не геометрическую, а структурную симметрию очаговых систем. Так как формирование полезных ископаемых в СЦТ, как правило, генетически или парагенетически связано с образованием конформного структурного и вещественного комплексов, их распределение подчиняется тем же самым правилам пространственной организации. Минерагенические характеристики: плотность, особенности локализации проявлений полезных ископаемых, геохимических аномалий, их тип, масштаб, зональность размещения, параметры, морфология продуктивных площадей и др. - выступают столь же важными геоиндикаторами строения, симметрии, генезиса и особенностей развития СЦТ, как магматические, тектонические, геоморфологические, геофизические признаки.

Термин минерагеническая диссимметрия отвечает нарушению радиально-концентрической симметрии, а асимметрия (антисимметрия) - отсутствию

симметрии в размещении продуктивных минерагенически специализированных площадей-частей СЦТ. Следовательно, минерагеническая асимметрия СЦТ определяется резко неравномерным расположением проявлений полезных ископаемых одного или нескольких типов относительно геометрического центра и диаметральных плоскостей, различной продуктивностью (количественный аспект) и минерагенической специализацией (качественный аспект) диаметральных, концентрических или сегментарных блоков, отсутствием радиально-концентрической минерагенической зональности. В связи с жесткой детерминированностью формы и симметрии СЦТ наблюдаемые в природе нарушения или отступления от радиально-концентрической организации структурно-вещественных комплексов очаговых структур, в том числе и явление минерагенической асимметрии, может быть вызвано только влиянием внешней среды.

Главными факторами ее анизотропии являются: вертикальная стратификация, слоистое строение геосфер и существование дискретности геологического пространства, обусловленной блоковым строением земной коры, литосферы и геодинамической активностью разрывных нарушений разной глубины заложения. Слоистые неоднородности располагаются перпендикулярно векторам перемещения потоков энергомассопереноса, обуславливая возникновение ярусной системы разноглубинных промежуточных центров в рамках единой магматогенной колонны [7, 28]. Именно с ними связана трансформация симметрии потока из  $L$  в  $P$  в  $L_n$  и  $P_n$ . В горизонтальной проекции промежуточным очагам отвечают системы концентрических сателлитов. Разрывные нарушения соответствуют крупным тектоническим несогласиям, зонам разрядки геодинамических напряжений, подвижек. Они играют двоякую роль, с одной стороны, выступая как геолого-геофизические барьеры, с другой - как каналы поступления магматического материала, флюидов и гидротерм. Многие СЦТ связаны с мажорными разломами парагенетически, образуя цепочки, ряды, пояса. Главным и зачастую единственным элементом симметрии разрывного нарушения как геологического тела является плоскость разрыва  $P$ . В то же время, относительно окружающего пространства  $P$  выступает как плоскость антисимметрии  $-P$ , фиксируя геодинамические различия, антагонизм крыльев сбросовых, сдвиговых и других дизъюнктивных дислокаций. Следовательно, взаимоналожение симметрий инъективных (СЦТ) и дизъюнктивных дислокаций дает общую формулу  $L_n P(-P)$ , которая характеризует первоначально геодинамическую антисимметрию, а потом статическую асимметрию диаметральных блоков СЦТ. Аналогичные зависимости возникают и при формировании очаговой системы в среде, где суще-

ствуют первичные неоднородности, или статическая асимметрия. Здесь анизотропия среды, наоборот, трансформируется в геодинамическую антисимметрию.

Проведенный анализ материалов показывает, что эти взаимоотношения во многом определяются энергетикой процессов. При формировании эксплозивных СЦТ, когда вся энергия очагового процесса выделяется в виде кумулятивного кратковременного выброса (максимальная мощность и мгновенная диссипация), симметрия потока явно доминирует, а явления минерагенической диссимметрии и асимметрии проявлены редко. И наоборот, в условиях длительного и медленного роста очаговой системы (минимальная мощность и медленная диссипация) поток энергомассопереноса, приспособившись к анизотропии внешней среды, практически полностью заимствует ее асимметрию. Таким образом, симметрия распределения структурно-вещественных конформных комплексов и полезных ископаемых в СЦТ зависит не только от геодинамической и статической симметрии геологического пространства (принцип Кюри), но и от энергетики процессов. С этой точки зрения взаимоотношение симметрий объекта и среды есть по существу процесс взаимодействия энергетических полей. Более сильное поле как бы навязывает свою пространственную организацию силовых линий, каркасных элементов и, соответственно, симметрию. Предлагаемую В.А. Копциком [43] трактовку принципа Кюри о существовании факторов, повышающих начальную симметрию объекта (симметризаторы) и понижающих (диссимметризаторы) ее, также легко объяснить суперпозицией силовых полей. При их однородности и сходной векторизации происходит резонансное совмещение с усилением начальной симметрии, в других условиях происходит перестройка силового поля и формы объекта - диссимметризация. С этих позиций любые формы диссимметрии СЦТ представляют собой важные геоиндикаторы геологической среды и ее палеогеодинамических состояний.

Главным предметом анализа в данной работе служит размещение полезных ископаемых в рамках плоскостных проекций СЦТ, соотносимых с формами их отражения в рельефе, на геологических картах, схемах и т.д. Для более объективного представления обнаруженных закономерностей в качестве иллюстраций в данной работе использованы преимущественно ранее опубликованные различными авторами схемы строения рудных и нерудных месторождений, рудных полей, узлов и районов, связанных с СЦТ [13, 19, и др.]. В виде главных элементов геологического строения СЦТ выделены сателлитные очаговые структуры и зоны разломов. Второстепенные детали генерализованы, чтобы подчеркнуть принци-

пиальный характер выявленных закономерностей. Обсуждение симметричных закономерностей локализации полезных ископаемых на уровне трехмерных моделей (с использованием разрезов) приводится в статье 2 при анализе факторов анизотропии внешней среды.

## РАЗМЕЩЕНИЕ В СЦТ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ РАНГОВ И ФОРМАЦИОННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

### 1. Региональный аспект

При изучении различных по размерам рудоуправляющих СЦТ Нижнего и Среднего Приамурья установлено, что оруденение, как правило, концентрируется в одном из полукруговых в плане блоков, в то время как второй блок является малопродуктивным в отношении оруденения данного типа. Страние очаговых систем многих месторождений, рудных полей, узлов, районов региона неоднократно рассматривалось ранее [5, 6], что позволяет ограничиться лишь несколькими яркими примерами.

Бекчи-Улский рудный узел сопоставим с одноименным вулканоплутоническим куполом (рис 2-1а). Гранитоидный массив, занимающий весь внутренний концентр Бекчи-Улской СЦТ ( $R = 20$  км), представляет собой сложное многофазное образование, развитие которого происходило с позднего мела по эоцен включительно. Основные ареалы эффузивов связаны с реликтами вулканотектонических структур, располагающихся по внутреннему концентру Бекчи-Улского купола. Самая крупная из них - Ульская вулканоструктура, с которой сопряжено одноименное рудное поле. К ней приурочена основная масса проявлений золотосеребряной минерализации узла. Общая эволюция рудного процесса в его пределах определяется сменой золотосеребряного оруденения, ассоциирующегося с малоглубинными очагами, более глубинной и высокотемпературной золото-редкометалльной минерализацией плутонической рудно-магматической системы.

Металлогеническая асимметрия рудоуправляющих очаговых структур выражена как на уровне рудного поля, так и узла. В северо-западных, относительно опущенных полукруговых блоках Бекчи-Улского купола и сателлитной Улской вулканоструктуры сконцентрирована подавляющая масса рудоуправляющих и рудных тел. В юго-восточных блоках этих очаговых структур рудная минерализация почти не проявлена, здесь известно лишь три небольших проявления рудной минерализации. Роль диаметральных граничных структур играют два субпараллельных глубинных разлома северо-восточного простирания, которые выражены на поверхности рядами сбросо-сдвиговых дислокаций. Геолого-разведочными работами установлено общее падение их

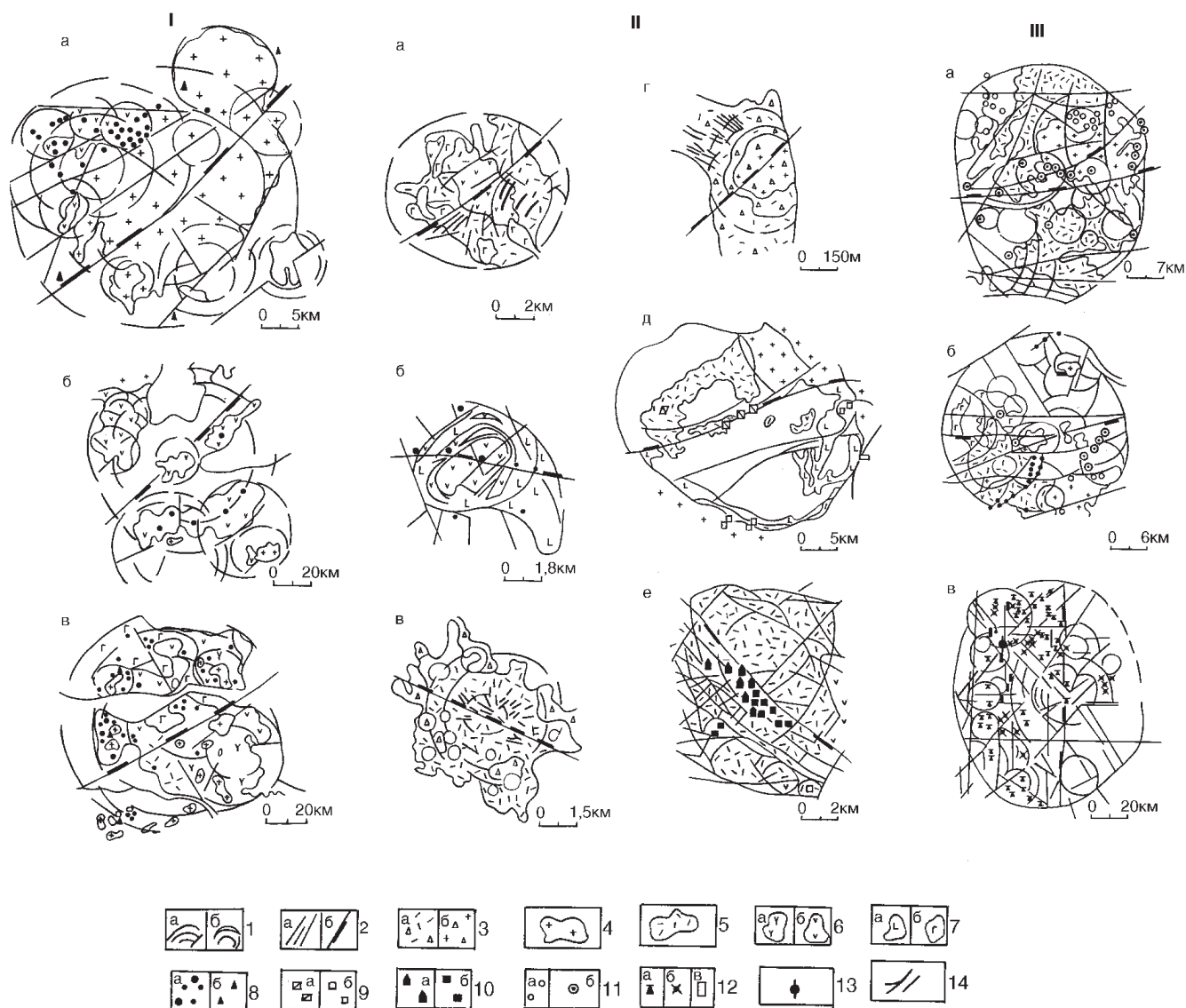
плоскостей под углом  $70-78^\circ$  к северо-западу. Оперяющие их разрывные нарушения северо-восточной ориентировки служат в продуктивном блоке важнейшими магмо- и рудоконтролирующими зонами Улской очаговой структуры.

Ульбанская вулканотектоническая депрессия ( $R = 70$  км), сопоставляемая с одноименным рудным районом, представляет собой сложный ансамбль вулканоплутонических куполов, вулканических депрессий и грабенов (рис. 2-1б). Пространственно связанные с позднемиоценовыми вулканическими аппаратами проявления золотосеребряной и серебряной минерализации сгруппированы в пределах юго-восточного полукругового блока, в то время как в северо-западном блоке проявлений рудной минерализации не установлено. Продуктивный блок отличается более высокой плотностью магматических центров, наличием субпараллельных систем магмоконтролирующих разломов, максимальными высотами рельефа. Диаметральному рудоконтролирующему разлому отвечает крупная зона дизъюнктивных дислокаций северо-восточного простирания с отчетливо выраженной сбросовой компонентой.

Резкие различия показателей интенсивности и экстенсивности оруденения диаметральных блоков характерны для Усть-Амурского тектономагматического поднятия ( $R = 70$  км) (рис. 2-1в), Гырманской ( $R = 13$  км), Кумлинской ( $R = 20$  км) систем вулканоплутонических куполов, Искинской ( $R = 20$  км) вулканотектонической депрессии, Мевачанского ( $R = 70$  км) тектономагматического поднятия и других локальных и региональных очаговых структур Нижнего Приамурья [5]. Имеющиеся многочисленные материалы и обобщения по металлогении очаговых систем Камчатки [3, 24], Охотско-Чукотского вулканического пояса [36] и других регионов [13, 14, 17, 27, 34, и др.) подтверждают общий характер выявленной закономерности.

### 2. Формационный аспект

Привлечение данных по рудным объектам разной формационной принадлежности также свидетельствует о широком развитии явления металлогенической асимметрии очаговых структур различных рангов. Анализ структур месторождений и рудных полей, связанных с флюидно-эксплозивными структурами, трубками взрыва, некками, экструзивами и другими сублокальными и локальными очаговыми образованиями, показывает, что оруденение в их пределах распределяется, как правило, неравномерно и несимметрично относительно центра или диаметральной линии. При этом, как уже отмечалось, имеет место два случая: частичное нарушение радиально-концентрической симметрии - диссимметрия или полное ее отсутствие - асимметрия.



**Рис. 2.** Геологические схемы месторождений, рудных полей, узлов, районов, связанных с очаговыми рудоконтролирующими структурами (с упрощениями и дополнениями автора)

I - Нижнее Приамурье: а) Бекчи-Ульский узел (месторождение Многовершинное) б) Ульбанский район; в) Усть-Амурский район (геологическая основа-по материалам геолого-съёмочных работ);

II - различные районы Мира: а) рудное поле Силвер Пик [41], б) кальдера Ватукола [14], в) вулканический центр Хулькани [43], г) Шагайтэ-Гольская флюидно-эксплозивная структура [35], д) Карабашская кальдера [20], е) Пламенное рудное поле [37];

III - рудные узлы и районы Северо-Востока России: а) Сеймканский узел [37], б) Омчакский узел [37], в) Омсукчанский район [34].

Каркасные структурные элементы: 1 - концентрические а) дуговые, кольцевые разломы, б) дайки; 2 - прямолинейные разломы а) радиальные, сегментарные блокоразделяющие, б) диаметральные (прямоугольники обращены в сторону продуктивного блока); конформные магматические комплексы: 3 - брекчиевые породы а) эффузивные, б) интрузивные; 4 - гранитоиды; эффузивы: 5 - кислого состава; 6 - среднего состава: а) дациты, б) андезиты; 7 - базальтоиды: а) докайнозойские, б) кайнозойские; рудопоявления и месторождения: 8 - золота разных формаций: а) золотосеребряной (мелкие и крупные объекты), б) золотокварцевой; 9 - Карабашской кальдеры: а) флюоритовые, б) медные; 10 - Пламенного рудного поля: а) сурьмяные, б) ртутные; 11 - Сеймканского рудного узла: а) кобальтовые и оловянные, б) полиметаллические, 12 - Омсукчанского рудного района: а) оловянные, б) олово-серебряные, в) серебряные; 13 - Дукатское месторождение; 14 - рудные зоны, жилы

Примеры локальных рудоконтролирующих структур приведены на рис. 2-II. Они затрагивают различные по вещественному составу, формационной принадлежности, возрасту и региональной позиции рудные объекты. Детальное описание их геологического строения приведено в ранее опубликованных работах [13, 19, 36, и др.].

В пределах палеокальдеры, соотносимой с золотосеребряным рудным полем Силвер Пик (США) [41] (рис. 2-II-а) все выявленные рудные жилы локализованы в юго-восточном блоке и имеют ориентировку, совпадающую с направлением главного диаметального разлома. В отличие от северо-западного «пустого» блока, здесь широко развиты системы оперяющих тектонических трещин, субпараллельных диаметральной зоне разрывных нарушений.

На схемах геологического строения кальдеры Ватукола, (о-в Вити-Леву, архипелаг Фиджи) [42], вулканического центра Хулькани, Перу [44] (рис. 2-II-б, в), флюидно-эксплозивной структуры одного из месторождений Верхнего Приамурья (рис. 2-II-г) [34] показано, что расположение рудных тел подчиняется каркасным элементам очаговых структур. Однако концентрация оруденения в полукруговых блоках резко различна: один из них, как правило, не содержит промышленной минерализации. Все продуктивные блоки отличаются более высокой плотностью разрывных нарушений, параллельных центральному разлому, и сателлитных магматических центров.

Карабашская кальдера позднепалеозойского возраста ( $R = 12$  км) [40] характеризуется ярко выраженной качественной металлогенической асимметрией (рис. 2-II-д). В северном диаметральном блоке сконцентрированы крупные месторождения и рудопроявления флюорит-кварцевой формации, в южном - геолого-поисковыми работами установлены только рудопроявления полиметаллической формации и меденосных вторичных кварцитов. Геологическая специфика северного блока определяется широким развитием даек гранитоидных порфиров, общим наклоном плоскости диаметального магмо- и рудоконтролирующего разрывного нарушения к северо-западу. Его функцию выполняет Чибаргатинский глубинный разлом, к висячему крылу которого приурочены главные месторождения этой очаговой структуры.

Ярким примером металлогенической асимметрии экструзивных куполов служит структура ртутного месторождения Пламенное (рис. 2-II-е). В продуктивном диаметральном блоке сконцентрировано 15 рудопроявлений и расположено само месторождение. Другой диаметральный блок практически не содержит рудной минерализации. На представленной схеме рудоносный блок отличается гораздо более высокой плотностью разрывных нарушений и сателлитных магматических центров. Относительно бор-

тов вулканоструктуры и центральной части экструзива он является относительно опущенным. В локализации оруденения важная роль принадлежит литологическому фактору [36].

Ближние закономерности асимметричного и диссимметричного расположения рудных объектов отмечаются в пределах очаговых структур, сопоставимых по своим параметрам и структурно-вещественным конформным комплексам с рудными узлами.

В северном полукруговом блоке Сеймаканского магматогенного поднятия (рис. 2-III-а) геологическими работами выявлено 32 рудопроявления, а в южном - только 5. Металлогеническая диссимметрия проявлена здесь в основном на уровне количественных показателей, так как в обоих блоках имеются проявления золотосеребряной, редкометалльной (олово, кобальт) и полиметаллической минерализации. В пределах этого поднятия выделяется локальный вулcano-плутонический купол, для которого также характерно явление металлогенической асимметрии. Но в отличие от «материнской» структуры она выражена качественно различной рудной специализацией полукруговых блоков, опирающихся на крупный диаметральный разлом северо-восточного простирания. В северном блоке полностью доминируют проявления оловянной и кобальтовой минерализации, в южном - они отсутствуют, зато здесь широко представлены полиметаллические рудопроявления [36]. Количественная металлогеническая диссимметрия Омчакской сложной магматогенной структуры (рис. 2-III-б) определяется концентрацией в ее южном блоке 28 рудных объектов, в то время как в северном известно только 5 рудопроявлений. В качественном аспекте эти различия проявлены менее четко. В северном блоке также имеются единичные объекты широко развитых на юге проявлений золотосеребряной, оловянной и полиметаллической минерализации [36]. Высокая продуктивность одного из блоков также связана с аномальной плотностью сети разломов, субпараллельных диаметральному шву.

В Омсукчанской СЦТ ( $R = 70$  км), сопоставимой с позднемеловым сводовым поднятием [33], в западном диаметральном блоке геолого-разведочными работами выявлены 42 оловянных рудопроявления и месторождения, 21 - олово-серебряных и 7 - серебряных (рис. 2-III-в). Здесь же расположено уникальное Дукатское месторождение. В восточном блоке известны только 2 оловянных и 5 олово-серебряных рудных объектов. Следовательно, в продуктивной части СЦТ сконцентрировано до 90% проявлений рудных полезных ископаемых и практически все запасы Омсукчанского рудного узла. Здесь же сосредоточены наиболее крупные рудоносные палеостратовулканы-сателлиты магматогенного свода и ос-



новные ареалы вулканических и plutонических комплексов. Эта часть СЦТ характеризуется максимальными отметками рельефа и более высокой плотностью крупных разрывных нарушений. Развитие палеовулканов как длительно живущих (до 60 млн лет) рудоконтролирующих магматических центров [33] только в западном блоке свидетельствует о постоянном отклонении основных магно-рудогенерирующих потоков энерго-массопереноса от центральной оси симметрии Омсукчанской СЦТ к западу. Возможно это связано с первичной неоднородностью строения фундамента свода, возникшего на месте асимметричной раннемеловой грабен-синклинали, а также с морфогенетическими, энергетическими и другими характеристиками диаметрального блоко-разделяющего разлома субмеридиональной ориентировки, значение которого в строении рудного района, видимо, еще предстоит определить.

Для каждого ранга рудоконтролирующих СЦТ в зависимости от профиля, уровня исследований, объема и степени генерализации информации может быть предложена своя система признаков минерагенической асимметрии и диссимметрии, однако общие закономерности сохраняются. Так, главным признаком минерагенической асимметрии Амурской мегаструктуры (R = 1200 км) [9] является разли-

чие минерагенической зональности западного и восточного полукруговых геоблоков, обусловленное спецификой минерогении внутриконтинентальных орогенных тектоно-магматических систем и окраинно-материковых структур зон перехода (рис.3-I). Неоднократно обсуждаемая в литературе [10, 22 и др.] минерагеническая диссимметрия Тихоокеанского подвижного пояса, представляющего собой внешний концентр одноименной кольцевой структуры, выражена различной минерагенической специализацией и зональностью активизированных частей Азиатских и Американских платформ и сопряженных окраинно-континентальных орогенов и вулканогенных поясов.

Минерагеническая специфика юго-западного и северо-восточного полукруговых блоков свода Маккензи (R = 500 км) (рис.3-II) подчеркивается резко различным распределением рудных объектов, отличиями показателей интенсивности и экстенсивности оруденения. При этом внутриконтинентальный блок значительно уступает перитихоокеанскому в количестве и в генетическом разнообразии рудных проявлений.

По сравнению с внутриконтинентальными диаметральными блоками гораздо более высокая концентрация золотосеребряных, медных, свинцово-

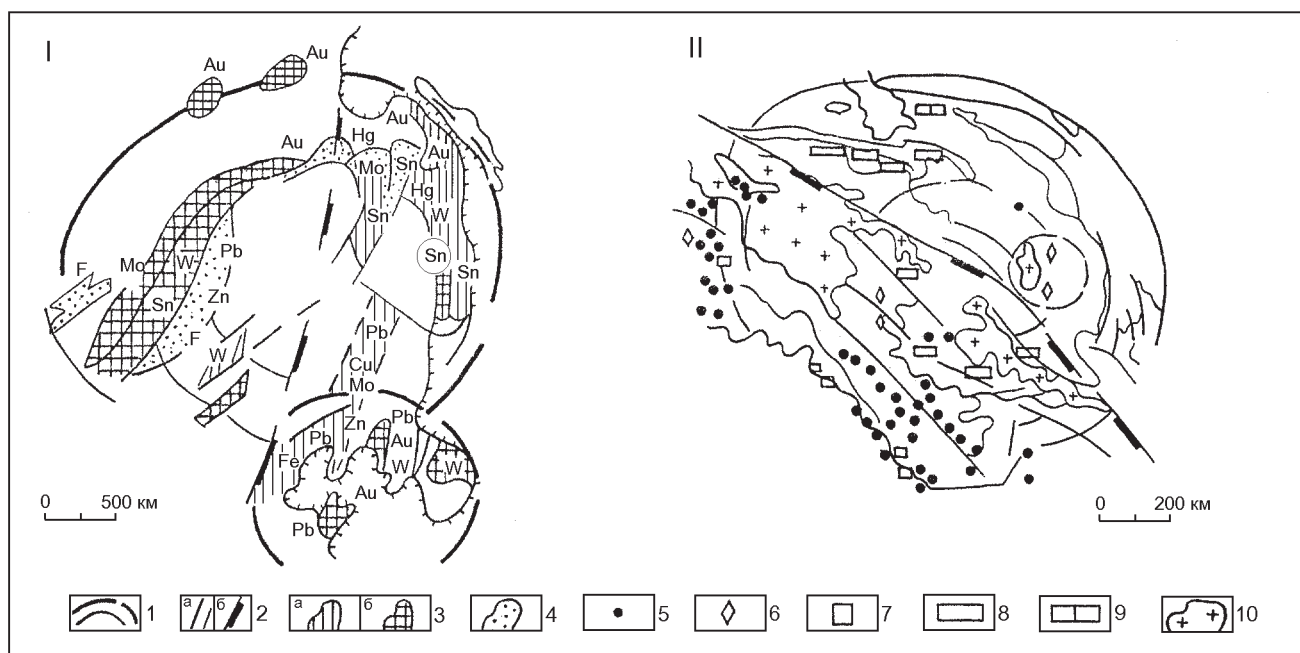


Рис. 3. Минерагения крупных сводовых структур

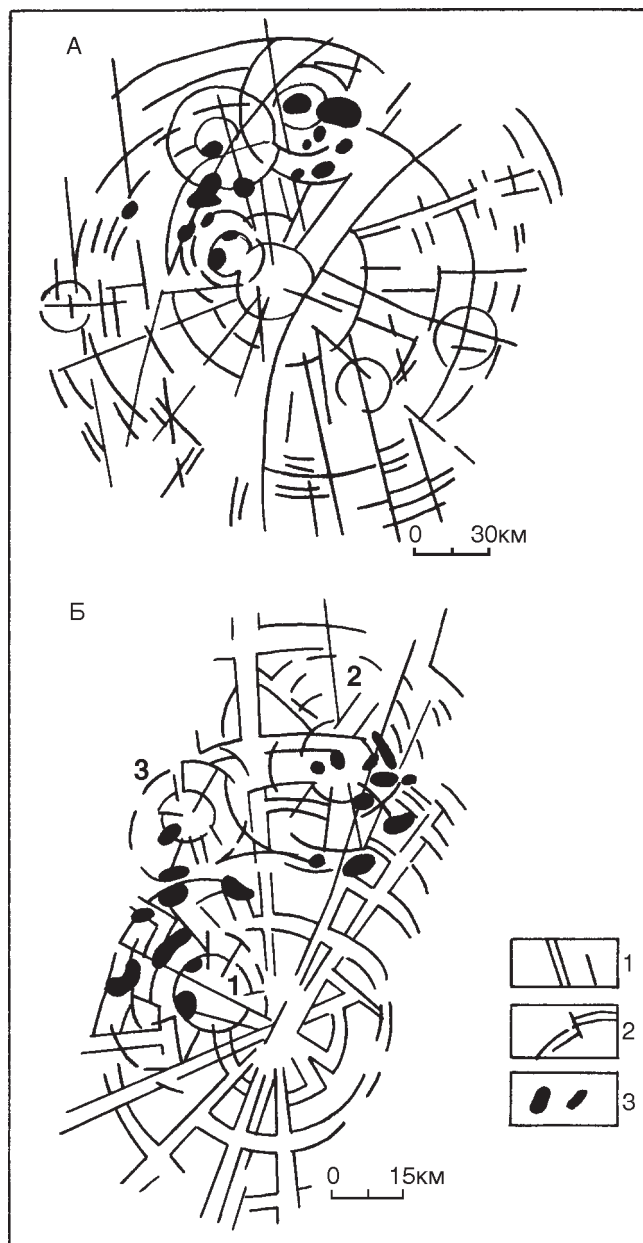
I - Амурский мегасвод (минерагения- по [12]); II - свод Маккензи (минерагения- по [23])

1-2 - каркасные системы разломов (см.рис.1); площади развития мезозойского оруденения: 3 - ассоциирующие с магматическими комплексами: а) вулкано-плутоническими, б) плутоническими; 4 - без явных признаков связей с продуктами магматической деятельности; символами обозначены ведущие рудные элементы; месторождения разных масштабов: 5 - гидротермальные (Au,Pb, Zn и др.); 6 - скарновые (Cu, Mo,W); 7 - магматические (Fe); 8 - россыпные (Au, Sn); 9 - метаморфогенные (Fe, Mn); 10 - массивы гранитоидов

цинковых, редкометалльных и золотых рудопроявлений [37] отмечается и в окраинно-континентальных блоках Охотского, Верхнеколымского, Западно-Чукотского сводо-блоковых поднятий. Это свидетельствует о металлогенической асимметрии всей Охотско-Чукотской дуговой системы региональных сводовых структур. Несомненно, что основные особенности металлогении окраинно-материковых сводов обусловлены их позицией в зоне перехода от континента к океану и наложением Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Сходные особенности буферного строения отмечаются и для других окраинно- и внутриматериковых линейных систем сводов Дальнего Востока [5], возникших на стыке крупных литосферных блоков в зонах трансрегиональных магмоконтролирующих разломов.

Подводя итоги рассмотрению закономерностей размещения оруденения в пределах различных по размерам, генезису, возрасту очаговых структур, можно заключить, что явление металлогенической асимметрии характерно для всех классов размерности очаговых структур и их систем. На уровне элементарных рудно-магматических очаговых построек, жерловин или флюидно-эксплозивных структур металлогеническая асимметрия выражена группировкой в одном из полукруговых блоков рудоносных жил, штокверков, минерализованных зон. Для очаговых структур локального ранга металлогеническая асимметрия проявляется в виде неравномерной концентрации рудопроявлений, месторождений, рудных полей данной формации. Для СЦТ более крупного ранга те же закономерности устанавливаются на уровне рудных узлов, районов и зон с рудными объектами разной формационной принадлежности, различного масштаба и возраста.

Впечатляющим примером минерагенической асимметрии СЦТ может служить размещение скопления алмазонасных кимберлитовых тел в Далдино-Алакитской ( $R = 120$  км.), Алакит-Мархинской ( $R = 20$  км.), Далдинской ( $R=20$  км.) и Сытыканской ( $R=15$  км.) СЦТ (рис.4), сопоставляемых, соответственно, с алмазонасным районом и полями центральной части Сибирской платформы [26]. В северном диаметральной блоке Далдино-Алакитской структуры расположены все известные алмазонасные трубки и тела района, в южном- не установлено ни одного объекта. Диаметральный блокоразделяющий разлом субширотного простирания отчетливо выражен на КС. Концентрация в северном блоке основных сателлитных СЦТ и повышенная плотность крупных разрывных нарушения отражают общую геологическую асимметрию, этой структуры. Развитие ее протекало в условиях постоянного отклонения магмогенерирующих потоков от центральной оси симметрии Далдино-Алакитской СЦТ к северу.



**Рис. 4.** Схемы кольцевых структур Вилюйской субпровинции Сибирской платформы, определяющих размещение алмазонасных площадей разного порядка (таксонов) (по [26] с упрощениями)

А - Далдино-Алакитская структура, контролирующая алмазонасный район;

Б - Алакит-Мархинская (1), Далдинская (2) и Сытыканская (3) кольцевые структуры и связанные с ними алмазонасные поля; элементы овоидно-радиальной структуры: 1 - радиальные, 2 - концентрические и дуговые, 3 - известные скопления кимберлитовых тел

Аналогичные закономерности локализации алмазонасных тел и противостояния диаметральных продуктивных и «пустых» блоков фиксируются и в Далдинской, Сытыканской и Алакит-Мархинской

СЦТ (см.рис.4), соотносимых с одноименными алмазоносными полями. Как и в случае с рудоконтролирующими СЦТ, явление минерагенической асимметрии выражено в алмазоносных структурах различных размеров и рангов. При доминировании представлений о сопряженности алмазоносных районов с мантийными диапирами появились данные о связях лампроитовых и кимберлитовых полей с промежуточными коровыми магматическими центрами [26], что подтверждает идеи о коррелируемости радиусов СЦТ с глубинами их заложения и существовании разветвляющей ярусной схемы формирования и функционирования разноглубинных очаговых систем [7, 8, 28]. В общем случае асимметрия размещения алмазоносных площадей в СЦТ, видимо, задается коровыми слоистыми неоднородностями и блоковыми особенностями строения фундамента плит, которые вызывают неравномерное распределение глубинного потока энергомассопереноса в пространстве и отклонения от его центральной оси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байкальский мегасвод (структура, магматизм, металлогения). Новосибирск: Наука, 1984. 121 с.
2. Буряк В.А., Нигай Е.В. Роль кольцевых морфоструктур в размещении россыпей (Приамурье) // Морфоструктуры центрального типа Сибири и Дальнего Востока. Владивосток, 1988. С. 88-95.
3. Василевский М.М. Структуры разрушения и прогноз рудоносности. М.: Наука, 1982. 151 с.
4. Волчанская И.К., Кочнева Н.Т., Сапожникова Е.Н. Морфоструктурный анализ при геологических и металлогенических исследованиях. М.: Наука, 1975. 151 с.
5. Гаврилов А.А. Региональные морфоструктуры и их минерагения. Нижнее и Среднее Приамурье // Морфоструктурные исследования - теория и практика. М.: Наука, 1985. С. 158-172.
6. Гаврилов А.А. Проблемы морфоструктурно-металлогенического анализа. Владивосток: Дальнаука, 1993. Ч. I, II. 322 с.
7. Ежов Б.В. Морфоструктуры центрального типа Азии. М.: Наука, 1986. 132 с.
8. Ежов Б.В., Андреев В.Л. Оруденение в морфоструктурах центрального типа мантийного заложения. М.: Наука, 1989. 126 с.
9. Золотов М.Г. Ядерно-сводовые и кольцевые структуры Приамурья // Тектоника Востока советской Азии. Владивосток, 1976. С. 3-33.
10. Ицксон М.И. Металлогеническая зональность Тихоокеанского сегмента Земли. М.: Недра, 1979. 231 с.
11. Казанский В.И. Рудоносные тектонические структуры активизированных областей. М.: Недра, 1972. 240 с.
12. Кольцевые структуры континентов Земли /Брюханов В.Н., Буш В.А., Глуховский М.З., Зверев А.Т., Кац Я.Г., Макарова Н.В., Сулиди-Кондратьев Е.Д. М.: Недра, 1987. 185 с.
13. Константинов М.М. Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов Мира. М.: Недра, 1984. 165 с.
14. Космическая информация в геологии. М.: Наука, 1983. 534 с.
15. Кюри П. Избранные труды. М.: Наука, 1966. 114 с.
16. Лучицкий И.В., Бондаренко П.М. Механизм образования концентрических структур под магматическими очагами // Геология и геофизика. 1974. N 10. С. 3-19.
17. Металлогения скрытых линейментов и концентрических структур /Томсон И.Н., Кравцов В.С., Кочнева Н.Т., Середин В.В., Селиверстов В.А., Хорошилов Л.В. М.: Недра, 1984. 271 с.
18. Муравьев В.В. Геодинамические критерии упорядоченности и минерагенической перспективности геосреды (по дистанционным и геофизическим данным). Дисс. в виде науч. докл. ... д-ра геол.-минер.наук. М., 1994. 56 с.
19. Невский В.А., Фролов А.А. Структуры рудных месторождений кольцевого типа. М.: Недра, 1985. 246 с.
20. Петров А.И. Импульсно-очаговые структуры и проблемы их рудоносности. Л.: Недра, 1988. 231 с.
21. Полканова В.Б. Проблемы очагового геотектогенеза в связи с поисками месторождений углеводородов (на примере Западной Сибири) // Проблемы очагового тектогенеза. Владивосток: Дальнаука, 1993. С. 138-141.
22. Радкевич Е.А. Металлогенические провинции Тихоокеанского рудного пояса. М.: Наука, 1977. 176 с.
23. Рамберг Х. Сила тяжести и деформации в земной коре. М.: Недра, 1985. 399 с.
24. Рычагов С.Н. Кольцевые структурно-вещественные парагенезисы вулканогенных рудных полей. Владивосток, 1984. 148 с.
25. Середин В.В. Сводово-глыбовые структуры Тихоокеанского орогенного пояса. М.: Недра, 1987. 181 с.
26. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д. Кольцевые структуры Земли и алмазоносность // Отеч. геология. 1996. N 11. С. 10-17.
27. Скублова Н.В. Структурно-геоморфологические методы в прогнозно-металлогенических исследованиях. Л.: Недра, 1987. 177 с.
28. Соловьев В.В. Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-морфологического анализа. Л.: ВСЕГЕИ, 1978. 110 с.
29. Соловьева Л.И. О роли кольцевых структур большого диаметра в тектонике Западно-Сибирской плиты // Исследование Земли из космоса. 1982. N 6. С.5-10.
30. Таши С.М., Каменская Л.В. Морфоструктуры центрального типа и локализация россыпей (Приморский край) // Морфоструктуры центрального типа Сибири и Дальнего Востока. Владивосток, 1988. С. 80-87.
31. Томилов Б.В. Россыпеконцентрирующая роль морфоструктур центрального типа Верхнего Приамурья // Морфотектонические системы центрального типа Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1988. С. 193-195.
32. Томсон И.Н., Кочнева Н.Т. Сравнительная характеристика рудоносных кальдер и купольных поднятий // Геология руд. месторождений. 1990. N1. С.73-84.
33. Томсон И.Н., Кравцов В.С., Кочнева Н.Т., Алексеев В.Ю., Мельников Е.П. Позиция уникального Дукаатского серебряного месторождения в Омсукчанском районе

- Приохотья // Докл. РАН. 1996. Т. 347, N 4. С. 520-523.
34. Туговик Г.И. Флюидно-эксплозивные структуры и их рудоносность. М.: Наука, 1984. 192 с.
35. Уиссер Эд. Оруденение и купольные структуры в Кордильерах// Проблемы эндогенных месторождений. М.: Мир, 1964. Вып. 2. С. 9-196.
36. Умитбаев Р.Б. Охотско-Чаунская металлогеническая провинция. М.: Наука, 1986. 286 с.
37. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М.:Мысль, 1974. 229 с.
38. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. Л.: Недра, 1985. 166 с.
39. Шубников А.В. Избранные труды по кристаллографии. М.: Наука, 1975. 552 с.
40. Яковлев Г.Ф. Вулканогенные структуры месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1984. 208 с.
41. Albers J.P., Kleinhampl F.K. Spatial relation of mineral deposits to Tertiary volcanic centers in Nevada // U.S. Geol. Surv.Prof. Paper., 700-C. 1970. P. C1-C10.
42. Forsythe D.L. Vertical zoning of gold-silver tellurides in the Emperior gold mine, Fili // Proc. Australas. Inst. Min. and Met., 1971. 240. P. 25-31.
43. Koptsik V.A. New group of theoretical methods in physics of imperfect crystals and the theory of structure phase transitions. J.Phys.Ser.C. 1983. V 16. P 1-22.
44. Petersen U., Noble M. Geology of the Hулcani mining district, Peru // Econ. Geol. 1977. V. 72, N 6. P. 931-949.

*Поступила в редакцию 1 сентября 1997 г.*

*Рекомендована к печати Бакулиным Ю.И.*

*A.A. Gavriloв*

### **Mineragenic asymmetry and dissymetry of central type structures (CTS).**

#### **Article 1. The Curie principle and metal ore and diamon-bearing kimberlite distribution in hearth systems.**

Endogenic structures of central type( SCT) represent a class of injective dislocations of crust and mantle location, which control distribution of shows, deposits and concentration areas of mineral resources of different types (metals ores, diamonds, hydrocarbons,etc.). A comparative study and revealing of common regularities of CTS localization of different genesis age and range are necessary for the use of their description and characters to be formalized. One of the most effective ways of solving these problems is applying a theory of symmetry. There are numerous examples of hearth structures of different orders characterized by asymmetric location of metal ores and diamond-bearing kimberlites with respect to the geometric centre and the mirror line, by different productivity and specialization of diametrically located blocks. The basis for this phenomenon is the mutual superposition of symmetries of structure-forming energy-mass transportation flows and anisotropic geologic environment (Curie principle). The mineragenic asymmetry of CTS is rather widespread, which is necessary to take into account when conducting prospecting and making different-scale predictions.