



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Г. И. Дьяченко, Г. Е. Асеев

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

Геометрические системы, описывающие положение рудных месторождений и вулканов, морфологически аналогичны стационарным волновым структурам, как природным, так и экспериментальным. Эти структуры формируются в результате перераспределения и концентрации энергии и описываются общими волновыми законами. Формирование крупных месторождений требует значительных затрат энергии, которая относительно равномерно поступает из недр и по законам синергетики концентрируется в узких кольцах. Только в них энергетически обеспечивается формирование крупных месторождений. При этом рудоотложение происходит там, где существуют благоприятные структурно-геохимические условия.

Ключевые слова: геометрические системы, рудные месторождения, энергия, законы синергетики.

ENERGY NATURE OF GEOMETRIC REGULARITIES OF ORE DEPOSITS

G. I. Dyachenko, G. E. Aseev

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

Geometric systems describing the location of ore deposits and volcanoes are morphologically similar to stationary wave structures, both natural and experimental. These structures are formed as a result of redistribution and concentration of energy and are described by general wave laws. The formation of large deposits requires a significant expenditure of energy, which comes relatively evenly from the bowels and, according to the laws of synergetics, is concentrated in narrow rings. Only in them is the formation of large deposits energetically ensured. In this case, ore deposition occurs where favorable structural and geochemical conditions exist.

Keywords: geometric systems, ore deposits, energy, laws of synergetics.

DOI 10.20403/2078-0575-2020-1-63-69

Формирование рудных месторождений требует значительных затрат энергии, и эти затраты существенно возрастают при увеличении масштабов рудных объектов. Как источник энергии рудного процесса в разное время рассматривались конкретные интрузивы, с которыми ассоциируют месторождения, или глубинные сквозьмагматические растворы.

В статье рассматривается третий возможный вариант энергообеспечения рудного процесса – в результате автоволновых процессов. Постепенное накопление энергии на значительной площади до определенного уровня приводит к переходу процесса в режим с обострением. При этом энергия концентрируется в узких кольцах, в которых при наличии структурно-геохимических условий формируются крупные месторождения. Как природная непосредственно наблюдаемая модель этого процесса рассматривается кольцевое расположение вулканов.

К настоящему времени накоплен огромный фактический материал, и в том числе металлогенический, который все сложнее использовать в полном объеме. Все данные обобщены в виде карт различной специализации и различного масштаба, что делает возможным их обработку методами элементарной геометрии, исключая различные гипотетические представления, и, таким образом, выявить реальные закономерности в размещении месторождений.

Пространственные, геометрические закономерности размещения рудных месторождений в разное время изучались многими авторами. Результаты, полученные в одних регионах, оказывались, неприменимы в других, поэтому воспринимались геологами неоднозначно, чему во многом способствовало непонимание природы таких закономерностей и невозможность экспериментальной их проверки.

В «докосмический» период основное внимание уделялось поиску регулярных тектонических сеток различного масштаба. После того как высотная аэрофотосъемка показала широкое распространение кольцевых структур, возник интерес к их металлогенической роли. Были опубликованы обобщающие работы [6, 11]. Интерес к металлогенической роли кольцевых структур сохраняется и сейчас. До сих пор их роль в локализации месторождений объясняется главным образом повышенной проницаемостью геологической среды на некоторых участках самих структур или вблизи от них.

В 1984–2011 гг. Г. И. Дьяченко выполнил анализ взаимного расположения 290 крупных и средних месторождений железа, полиметаллов, ртути, золота и урана в Болгарии, Чехии, Казахстане, Западной Сибири и Восточном Забайкалье, а также в Канаде, на Украине и на севере Китая [1, 3, 4].

В каждом регионе рассматривалось взаимное расположение только наиболее крупных месторождений. Тем самым допускалось, что общим для крупных месторождений и их принципиальным отличием от мелких рудных объектов является значительный расход энергии при формировании. Иными словами, именно расход энергии, а не структурно-геохимические условия в первую очередь определяет масштаб оруденения. Такой подход позволил выявить общие закономерности размещения месторождений и сделать некоторые выводы об их природе.

Основой для работы служили карты полезных ископаемых и металлогенические м-бов 1:500 000 и 1:1 000 000, в отдельных случаях других масштабов.

Методика работ кратко изложена в ряде статей и монографии [2].

В результате выполненных работ было выяснено следующее:

1) месторождения крайне редко располагаются на продолжении или в непосредственной близости от кольцевого разлома [2];

2) через 3–4 месторождения может быть проведена окружность определенного радиуса (далее геометризирующая окружность – ГО) [2, 3];

3) пространство, ограниченное ГО, по составу месторождений, уровню эрозионного среза и (или) рельефу в разной степени отчетливо разделяется «прямой антисимметрии» на северо-западную и юго-восточную части [4];

4) месторождения на ГО располагаются неравномерно: большая часть тяготеет к одной (обычно юго-западной) полуокружности; если же окружностью описывается положение месторождений неодинакового состава, то оно контролируется разными полуокружностями [2].

Полученные результаты дали возможность сделать вывод, что положение месторождений контролируется системами крипоморфных структур изостатического характера. Близость площади (и, соответственно, масс) двух полуокругов, центрального круга и внешнего кольца позволяет им длительно существовать в колебательном режиме [2].

Это допущение позволило рассчитать расстояние между парами окружностей и выполнить обратный прогноз: по месторождениям полезных ископаемых, показанным на карте 1956 г., выделить узкое полукольцо, в пределах которого через десятки лет были выявлены крупные месторождения [1].

Несмотря на довольно интересные результаты, понимание природы рудоконтролирующих кольцевых структур в традиционных геологических категориях остается трудным. Геологические масштабы пространства и времени делают невозможным проведение корректных экспериментов по размещению рудных месторождений.

Но масштабная инвариантность волновых процессов позволяет сопоставлять систему, которая

описывает положение рудных месторождений со структурами, образованными стоячими волнами различного размера: песчаные структуры Хладни и атмосферные термобарические сейши акад. В. В. Шулейкина [12]. Механизм их образования подробно описан в литературе. Эти структуры, независимо от размеров и характера среды, формируются в результате перераспределения и концентрации энергии в соответствии с законами синергетики.

Как природный эксперимент, доступный непосредственному наблюдению, можно рассматривать размещение вулканов. Охарактеризованы вулканические поля о. Исландия, Центральной Африки и Северной Чехии (рис. 1). Кольцевое размещение вулканов не вызывает сомнений и во многом аналогично положению крупных рудных месторождений.

На о. Исландия пять крупных активных вулканов обобщаются полуокружностью радиусом 324 км, на которой расположен и центр малой окружности радиусом 108 км, проходящий еще через четыре вулкана (рис. 2) [8]. При этом все крупные активные вулканы и три четверти острова расположены в пределах юго-восточного полуokrуга.



Рис. 1. Положение рассмотренных вулканических полей 1 – Центральная Африка, 2 – Исландия, 3 – Северная Чехия

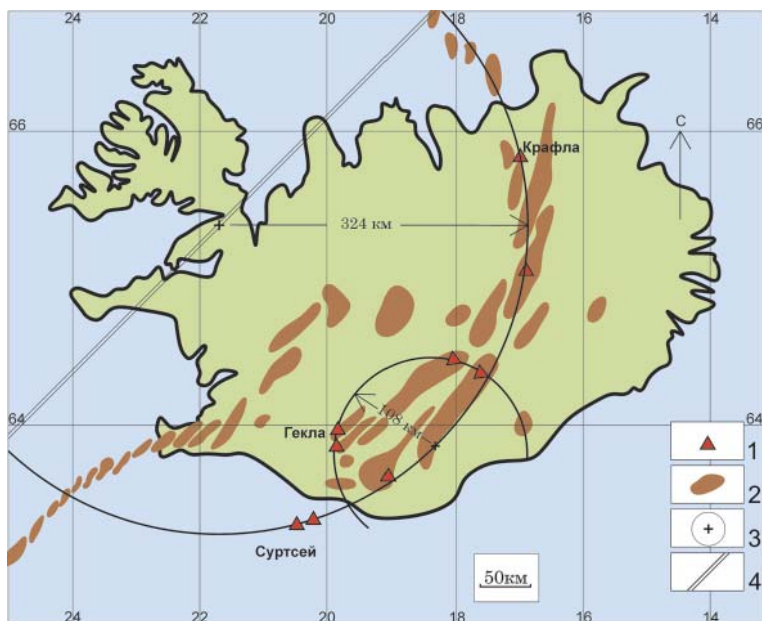


Рис. 2. Геометрическое описание положения основных вулканов Исландии

1 – крупные действующие вулканы; 2 – область распространения толеитовых лав; 3 – окружности, их центры; 4 – ось антисимметрии

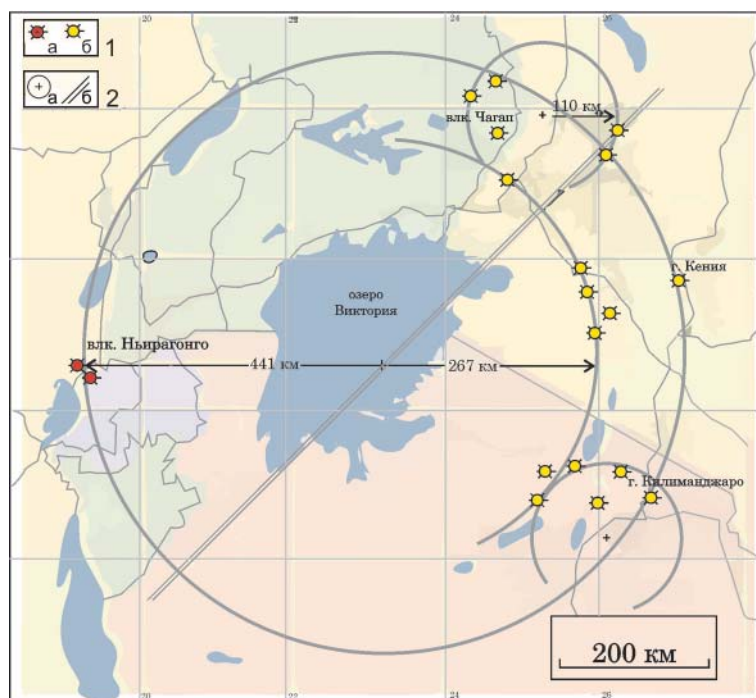


Рис. 3. Геометрическое описание положения основных вулканов центральной части Восточно-Африканского рифта

1 – крупные полигенные вулканы: а – действующие, б – потухшие; 2 – элементы геометризации: а – окружности и их центры, б – ось антисимметрии

В центральной части Восточно-Африканского рифта окружность радиусом 441 км может быть проведена через четыре крупные вулканические кальдеры на востоке и два активных крупных вулкана на западе. В непосредственной близости от этой окружности расположены центры двух малых окружностей радиусом 110 км, каждая из которых объединяет три и четыре крупные кальдеры соответственно (рис. 3) [8]. К окружности радиусом 267 км, точнее к ее восточной полуокружности, тяготеет восемь крупных кальдер.

Асимметричное оз. Виктория расположено в пределах западного полукруга, а большинство крупных вулканических кальдер описывается восточной полуокружностью (см. рис. 3).

Общее для рассмотренных примеров – асимметрия в размещении вулканических аппаратов:

большинство из них располагается в юго-восточном полукруге. Аналогичную позицию занимают многие крупные месторождения золота, урана, железа, ртути [2, 4]. Следует также отметить, что к менее продуктивной северо-западной полуокружности рифта тяготеют активные вулканы, а на юго-востоке развиты кальдеры.

На Енисейском кряже аналогичная ситуация: окружность радиусом 74 км описывает положение Тенегинского и Горевского свинцово-цинковых месторождений на юго-западе и четырех железорудных месторождений на северо-востоке [4].

На севере Чехии широко развиты плиоцен-плейстоценовые «неовулканиды» – базальты и вулканические брекчии. Но только нефелиновые и оливиновые базальты картируются в пределах полукольца, ширина которого 20 км и средний ра-

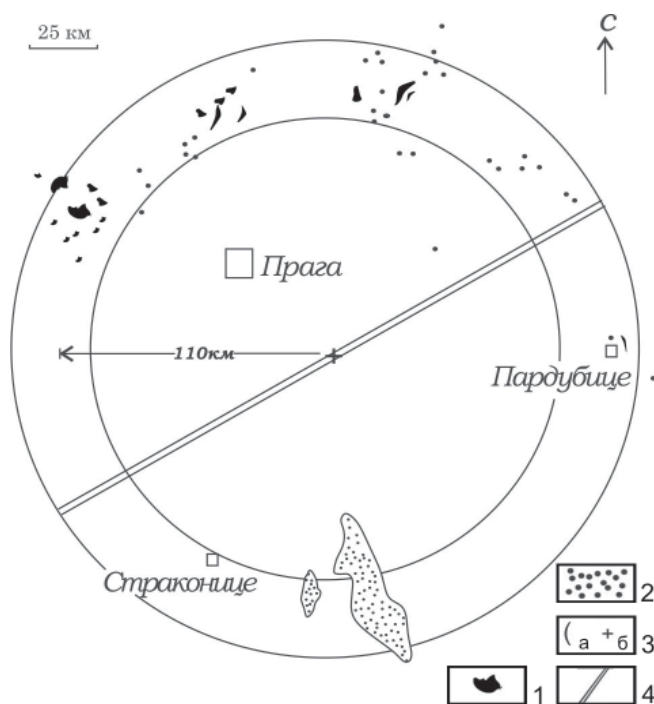


Рис. 4. Геометрическое описание положения оливиновых и лейцитовых базальтов Чешского массива

1 – места излияния оливиновых и лейцитовых базальтов; 2 – песчано-глинистые отложения сенона; 3 – окружности (а) и их центры (б); 4 – ось антисимметрии

диус 105 км. В этом же кольце расположены все месторождения урана Чешской меловой плиты [14] (рис. 4).

Таким образом, общее для месторождений и вулканов – концентрация энергии на ограниченном пространстве в пределах узких полуколец и ее периодическое интенсивное выделение, формирование однотипных по форме систем размещения как месторождений, так и вулканов. Эти структуры формируются в результате перераспределения и концентрации энергии в узких кольцах в соответствии с законами синергетики.

Как утверждают Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов, «только определенные наборы форм осуществимы в природных средах» [5, с. 2].

Существование регионального геотермального поля, переменного во времени и пространстве, общепризнанно и возражений не вызывает. Но для формирования вулканов и крупных месторождений необходим интенсивный локальный, периодически действующий поток энергии. Следовательно, энергия, поступающая на площадь рудного узла, в определенных условиях должна, как показывает расположение месторождений и вулканов, концентрироваться в пределах узкого кольца. Именно в пределах такого кольца энергетически обеспечивается формирование крупных месторождений. Естественно, рудоотложение возможно только там, где существуют необходимые структурно-геохимические условия.

Примером интенсивного локального воздействия в пределах ограниченной площади могут

служить месторождения Криворожского железорудного бассейна. Здесь на протяжении более 100 км отрабатывается 9 метаморфогенных и 10 метаморфизованных месторождений железа. Все метаморфогенные месторождения расположены не далее 2 км от окружности радиусом 51 км, описывающей положение Клиновского, Юрьевского месторождений золота и Петровского, Варваринского – графита [2, рис. 23].

Руды метаморфогенных месторождений интенсивно дислоцированы, а метаморфизованных, расположенных на значительном расстоянии от окружности, подверглись лишь региональному метаморфизму.

Таким образом, для понимания природы геометрических закономерностей размещения месторождений необходимо выяснить условия возникновения локальных интенсивных потоков энергии, достаточных для формирования именно месторождений при наличии многих мелких рудных объектов.

С. П. Курдюмов отмечал роль синергетических процессов в концентрации энергии в теплопроводящих средах: «Существует класс температурных режимов, нарастающих с обострением, при которых тепло, поступающее в неподвижную теплопроводящую среду, локализуется в конечной области среды в течение конечного времени» [7, с. 17].

В реальных условиях геологические масштабы пространства и времени не позволяют наблюдать процесс непосредственно. Но геологическая среда обладает своего рода памятью, значит, следы процесса могут быть выявлены.

При этом следует иметь в виду, что формирование месторождений происходит в открытой системе и сопровождается рассеиванием энергии, т. е. рудогенерирующая система по существу является геологической диссипативной.

Структурная и вещественная неоднородность геологической среды в равной степени влияет на расположение мелких рудных объектов от проявлений минерализации и рудных тел до месторождений. Но на форму геометрических систем, описывающих структуры размером десятки и сотни километров, эти неоднородности практически не влияют, так как их размер существенно меньше. Таким образом, закономерно не положение отдельных месторождений, а строение структур, их контролирующих.

Волновая природа геологических диссипативных структур показана в статье О. В. Петрова и И. Б. Мовчан [10].

Открытая система, через которую осуществляется переток энергии, при определенных условиях должна пройти стадию самоорганизации, в нашем случае – самоорганизации движения рудных растворов.

Определенная регулярность в размещении месторождений, возможность описания их положения геометрическими системами позволяет предпола-



гать, а в известной мере и обосновать значительную роль синергетических процессов в формировании крупных месторождений – процессов, обусловивших длительное функционирование геологических диссипативных систем глубинного энергомассопереноса.

Действительно, системы, определяющие положение крупных рудных месторождений, отвечают соответствующим требованиям: поддаются математическому описанию, входят в надсистемы и содержат подсистемы; в них осуществляются прямые и обратные связи, их эмерджентным свойством является равная удаленность месторождений от «особой точки» – центра системы.

Возникновение стационарных диссипативных структур носит пороговый характер. Они устойчивы к локальным возмущениям, т. е. структуры возникают в ответ на достаточно сильное возмущение и восстанавливают свою форму при ограниченном нарушении условий их существования во времени и пространстве. Стационарные диссипативные структуры формируются лишь при поступлении энергии на достаточной площади не менее некоторой критической – «площади активизации». При возникновении стационарных структур на расстояниях менее критического структура, первой перешедшая в режим с обострением, поглощает соседние.

Таким образом, из допущения самоорганизации движения рудных растворов следует, что рудообразование должно рассматриваться как процесс, единый для всей диссипативной структуры. При этом движение растворов как энергоносителей изменяется во времени. В соответствии с пороговым характером диссипативных структур лишь при достижении определенного уровня энергопоступления, хаотическое движение растворов сменяется упорядоченным в пространстве и устойчивым во времени, формирующим конвективные ячейки – геологические диссипативные структуры. До их стабилизации даже в благоприятных условиях образуются мелкие рудные объекты, положение ареалов которых соответствует структурному плану конкретных регионов [14].

Именно относительно длительное существование геологических диссипативных структур, устойчивых к локальным возмущениям, обеспечивает формирование наиболее крупных, часто полигенных месторождений.

В общем случае более интенсивный энергопоток на больших глубинах определяет меньшую площадь активизации. Вследствие этого месторождения, формирующихся в условиях более высокого давления и температуры, могут быть обобщены окружностями меньшего радиуса.

Действительно, положение месторождений Алтае-Саянской складчатой области описывается окружностями разного размера – от 25,6 км (контактово-метасоматические месторождения железа Горной Шории), через 51 км и 74 км (золоторудные

месторождений средних глубин на севере Кузнецкого Алатау и полиметаллические Рудного Алтая) до 144 км (телетермальные месторождения ртути Горного Алтая) [4].

В условиях тектоносферы энергомассоперенос возможен лишь при наличии проницаемых структур. Его максимальная эффективность достигается при размере радиуса конвективной ячейки, равном глубине ее заложения. Следовательно, среди многих кольцевых и дуговых структур различного происхождения рудоносными могут быть только те, чьи размеры соответствуют параметрам формирующихся конвективных ячеек.

Таким образом, для реализации крупного месторождения необходимо совмещение проницаемой структуры и глубинного энергопотока, достаточного для функционирования геологической диссипативной системы.

Вторым условием формирования масштабного оруденения является длительность существования рудогенерирующей системы. Независимо от природы процесса, любая система может длительно существовать только в колебательном режиме. Возможность реализации такого режима обеспечивается изостатическим характером структур, в которых равны площади, ограниченные полуокружностями, диаметр которых совпадает с глубинным разломом.

Принятие изостатического характера рудоконтролирующих структур позволяет рассчитать расстояние между центрами биполярных структур [1].

Подводя итоги, необходимо отметить:

1. Геометрические системы, описывающие положение рудных месторождений, морфологически близки к рассмотренным волновым структурам, как природным, так и полученным экспериментально.

Атмосферные стоячие волны образуются на границе раздела океан – континент. По периметру сейши и одному из ее диаметров реализуется максимальный термобарический градиент. Если в геологических диссипативных структурах существуют аналогичные условия, то именно в них (по периметру и одному из диаметров) существуют наиболее благоприятные условия для рудоотложения, что и делает возможным описание положения рудных месторождений окружностями.

2. Изостатический характер структур обеспечивает их длительное существование в колебательном режиме и тем самым определяет возможность формирования крупного месторождения и отложение руд разного возраста в одних и тех же интервалах глубин.

3. Привлечение понятий синергетики для понимания природы геометрических закономерностей показывает, что они, по существу, являются энергетическими – отражают перераспределение и концентрацию глубинного тепла. Именно энергетическая природа геометрических закономерностей делает их универсальными и позволяет использо-

вать при прогнозных работах на месторождения разного состава, возраста и генезиса.

4. Перераспределение и концентрация энергии в ограниченном пространстве может сопровождаться не только повышением температуры и движением растворов, но и образованием расщелин и трещиноватости в результате гидроразрыва. Так, все железорудные месторождения Криворожского бассейна, через которые проходит окружность, описывающая положение золоторудных и графитовых месторождений, отнесены к метаморфогенным. Руды этих месторождений интенсивно дислоцированы с существенным перераспределением рудного вещества. Месторождения, расположенные севернее, описываются как метаморфизованные, т. е. осадочные, подвергшиеся лишь региональному метаморфизму [2, с. 38, рис. 23].

Но энергетический процесс не связан (во всяком случае так представляется в настоящее время) с составом рудных растворов. Именно это делает геометрические закономерности универсальными, но и ограничивает возможность их применения вне традиционно выделяемых площадей.

Такой подход ставит больше вопросов, чем дает ответов, хотя и позволяет надеяться на принципиально новые решения [13].

Назовем лишь одну из проблем, имеющую принципиальное значение.

В какой мере случайно положение рудных объектов разного состава в криптоморфных структурах?

В пределах Алтае-Саянской складчатой системы на расстоянии 100–104 км к востоку-северо-востоку от центров окружностей, описывающих положение железорудных и полиметаллических месторождений Восточного Саяна, Горной Шории и Рудного Алтая, находятся все открытые титаномагнетитовые месторождения (Кедранское, Лысановское, Патынское и Харловское).

Практически все полиметаллические месторождения располагаются на юго-западе, а железорудные – на северо-востоке структур.

Месторождения ртути Никитовское на Украине и Акташское в Горном Алтае расположены на расстоянии 400–420 км от центров окружностей радиусом 205 км, описывающих положение золоторудных месторождений.

Месторождения самородной меди Горной Шории и халькопирит-сидеритовые месторождения Балкан расположены на северо-востоке узких полуколец (средний радиус 142 км, ширина 4 км), ограничивающих ртутные объекты Курайской (Горный Алтай) и Апусенской (Карпато-Балканская область) рудных зон.

Аналогичная форма геометрических систем, описывающих структуры Хладни, положение вулканов, атмосферные процессы и расположение месторождений определяются общим физическим процессом, ответственным за их формирование. Это

перераспределение и концентрация энергии с образованием стоячих волн.

Возможно, что рудные месторождения являются элементами единой длительно живущей энергетической системы, лишь частично отражающими ее строение. Значительные размеры таких систем, элементы которых существуют в различных условиях температур и давлений, допускают наличие месторождений, для которых при низкой температуре и давлении относительно велика площадь активизации. Для таких «предынтризивных» месторождений вследствие больших размеров должны быть характерны ограниченные потери рудного вещества при формировании и, соответственно, значительные его запасы при низких содержаниях.

Геометрические закономерности размещения рудных месторождений призваны «стереть случайные черты» и тем самым в металлогении повторить путь кристаллографии – от частных наблюдений к характерным формам и пониманию причин их формирования.

В заключение представляется оправданным привести слова, сказанные более 30 лет тому назад: «Сейчас установлено, что скрытые структуры для металлогенического анализа имеют большее значение, чем визуально наблюдаемые. Роль математики в геологии должна неизбежно повышаться, и наступит такой момент, когда без математического аппарата нельзя будет ни открывать новых явлений, ни изложить материал, касающийся их особенностей» [9, с. 221].

Выводы

1. Проблема крупных месторождений является прежде всего проблемой перераспределения и концентрации энергии в процессе рудообразования.

2. Понимание условий энергообеспечения рудного процесса позволяет конкретизировать традиционно выделенные перспективные площади на открытие крупных месторождений; вне этих энергетически обеспеченных площадей (узких колец и одного из диаметров геометризирующей окружности) образование крупных месторождений представляется маловероятным.

3. Необходим анализ глубинного строения криптоморфных рудовмещающих структур, выявление особенностей их геологического строения и непосредственно наблюдаемых признаков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяченко Г. И. Биполярные рудоконтролирующие структуры // Региональная геология и металлогения. – 2007. – № 30–31. – С. 119–121.
2. Дьяченко Г. И. Геометрические закономерности размещения рудных месторождений. – Киев: Логос, 2011. – 90 с.
3. Дьяченко Г. И. Геометрические закономерности размещения урановых месторождений // Материалы по геологии урановых место-



рождений: инф. сб. Вып. 121. – М.: ВИМС, 1989. – С. 60–67.

4. **Дьяченко Г. И.** Геометрия рудных месторождений Алтае-Саянской складчатой системы // Геология и минералогия Сибири: сб. науч. тр. / под ред. А. И. Черных, Р. С. Родина. – Новосибирск: СНИИГиМС, 2010. – С. 161–167.

5. **Князева Е. Н., Курдюмов С. П.** Жизнь неживого с точки зрения синергетики // Матер. XIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Томск, 2003. – С. 15.

6. **Космогеология СССР** / Н. С. Афанасьева, В. И. Башилов, В. А. Брюханов и др. – М.: Недра, 1987. – 240 с.

7. **Курдюмов С. П.** Локализация диффузионных процессов и возникновение структур при развитии в диссипативной среде режимов с обострением. – М., 1979. – С. 17–18

8. **Милановский Е. Е.** Рифтовые зоны континентов. – М.: Недра, 1976. – 279 с.

9. **Миронов Ю. П.** Теоретико-множественные модели гранитоидов. – М.: Наука, 1975. – 228 с.

10. **Петров О. В., Мовчан И. Б.** Диссипативные структуры Земли и их волновая природа // Региональная геология и металлогения. – 2009. – № 39. – С. 119–121.

11. **Соловьев В. В.** Структуры центрального типа СССР по данным геолого-морфоструктурного анализа: объяснительная записка к Карте морфоструктур центрального типа территории СССР масштаба 1:1 000 000. – Л., 1979. – 111 с.

12. **Шулейкин В. В.** Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы. Избранные труды. Т. 1. – М.: Наука, 1986. – 360 с.

13. **Diachenko G.** The autowave mechanism of Australia coastline formation // British Journal of Science, Education and Culture. – 2014. – Vol. 4, no. 1 (5). – P. 732–736.

14. **Fusan O., Kodum O., Urbanek L.** Geologická mapa ČSSR. Meritko 1:500 000. – Praha: UUG, 1967.

REFERENCES

1. Dyachenko G.I. [Bipolar ore-controlling structures]. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya – Regional geology and metallogeny*, 2007, no. 30–31, pp. 119–121. (In Russ.).

2. Dyachenko G.I. *Geometricheskie zakonomernosti razmeshcheniya rudnykh mestorozhdeniy* [Geometric regularities of the distribution of ore deposits]. Kiev, Logos Publ., 2011. 90 p. (In Russ.).

3. Dyachenko G.I. [Geometric regularities of distribution of uranium deposits]. *Materialy po geologii*

uranovykh mestorozhdeniy [Materials on the geology of uranium deposits: inf. digest. Vol. 121]. Moscow, VIMS Publ., 1989, pp. 60–67. (In Russ.).

4. Dyachenko G.I. [Geometry of ore deposits of the Altai-Sayan folded system]. *Geologiya i mineralogiya Sibiri* [Geology and Mineralogy of Siberia]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 2010, pp. 161–167. (In Russ.).

5. Knyazeva E.N., Kurdyumov S.P. [Life of the non-living from the point of view of synergetics]. *Mater. XIII Plenuma geomorfologicheskoy komissii RAN* [Materials XIII Plenum of the Geomorphological Commission of the RAS]. Tomsk, 2003, p. 15. (In Russ.).

6. Afanasyev N.S., Bashilov V.I., Bryukhanov V.A., et al. *Kosmogeologiya SSSR* [Cosmogeology of the USSR]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 240 p. (In Russ.).

7. Kurdyumov S.P. *Lokalizatsiya diffuzionnykh processov i vozniknovenie struktur pri razvitiy v dissipativnoy srede rezhimov s obostreniem*. [Localization of diffusion processes and the appearance of structures during the development of peak regimes in a dissipative medium]. Moscow, 1979, pp. 17–18. (In Russ.).

8. Milanovskiy E.E. *Riftovyye zony kontinentov* [Rift zones of the continents]. Moscow, Nedra Publ., 1976. 279 p. (In Russ.).

9. Mironov Yu.P. *Teoretiko-mnozhestvennye modeli granitoidov* [Set-theoretic models of granitoids]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 228 p. (In Russ.).

10. Petrov O.V., Movchan I.B. [Dissipative structures of the Earth and their wave nature]. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya – Regional geology and metallogeny*, 2009, no. 39, pp. 119–121. (In Russ.).

11. Solovyev V.V. *Struktury centralnogo tipa SSSR po dannym geologo-morfostrukturnogo analiza. Ob"yasnitelnaya zapiska k Karte morfostruktur centralnogo tipa territorii SSSR masshtaba 1:1000 000* [Structures of the central type of the USSR according to the data of geological and morphostructural analysis. Explanatory note to the Map of morphostructures of the central type of the territory of the USSR on a scale of 1: 1000 000]. Leningrad, 1979. 111 p. (In Russ.).

12. Shuleykin V.V. *Krupnomasshtabnoe vzaimodeystvie okeana i atmosfery: izbrannyye trudy*. [Large-scale interaction of the ocean and the atmosphere: selected works. Vol. 1]. Moscow, Nauka Publ., 1986. 360 p. (In Russ.).

13. Diachenko G. The autowave mechanism of Australia coastline formation. *British Journal of Science, Education and Culture*, 2014, vol. 4, no. 1 (5), pp. 732–736.

14. Fusan O., Kodum O., Urbanek L. Geologická mapa ČSSR. Meritko 1:500 000. Praha, UUG Publ., 1967.

© Г. И. Дьяченко, Г. Е. Асеев, 2020