

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 551.24

ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ВИХРЕВОЙ ГЕОДИНАМИКИ

Л.А. Изосов, Н.С. Ли

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
ул. Балтийская 43, г. Владивосток, 690041,
e-mail: izos@poi.dvo.ru, lee@poi.dvo.ru

В тектонической структуре земного шара, сформированной ротационными процессами, главное значение имеют устойчивая регматическая сеть (тектонический каркас) и структуры центрального типа (кольцевые, вихревые и т.п.). Литосферные плиты, вероятно, являются глобальными вихревыми системами, возникшими в результате тектонического течения масс как вязкой жидкости. Вихревые структуры представляют собой тектонические комплексы, в которых запечатлены результаты сочетания вертикальных и горизонтальных тектонических движений и которые могут быть зафиксированы прямыми геологическими наблюдениями.

Ключевые слова: глобальные вихревые системы, ротационная тектоника, кольцевые структуры, сдвиговые зоны, тектоническое течение масс, тектоническая расслоенность литосферы.

Актуальность

На земном шаре, с одной стороны, существует устойчивая регматическая сеть [1 и др.], намеченная ещё У. Хоббсом [17], – глобальный тектонический каркас и многочисленные кольцевые структуры, установленные, преимущественно, в последние десятилетия прошлого века [10, 3 и др.]. С другой стороны, выявлены глобальные сдвиговые зоны (В.П. Уткин, Сюй Цзиавей и др.) и литосферные вихри [18, 4, 13 и др.], сформировавшиеся в результате комбинации горизонтальных и вертикальных тектонических движений [8, 9]. Прослеживание и установление связей между ними, даже самых слабых, является, на наш взгляд, одной из интереснейших задач геодинамики.

В своё время академик Н.С. Шатский образование планетарной сети разломов считал результатом изменения скорости вращения Земли под влиянием приливных сил, оказывающих тормозящее действие. Г.Н. Каттерфельд указывал на зависимость развития систем широтных и меридиональных дизъюнктивов от неравномерного гравитационного сжатия трёхосной фигуры Земли. Так, при замедлении угловой скорости вращения Земли из-за притяжения Солнца и, главным образом, Луны уменьшается полярное сжатие и в высоких широтах происходит поднятие литосферы, а в низких – её опускание. Г.Н. Каттерфельд наметил «критические» меридианы и субмеридиональ-

ные «критические меридианы и круги»: 105°–75°, 60°–120°, 150°–30°. Рядом исследователей выдвигались предположения о критических параллелях, в которых располагаются наиболее дислоцированные широтные пояса Земли. А. Веронне отмечал приуроченность высоких горных хребтов, испытывающих особое напряжение и характеризующихся повышенной сейсмичностью к параллелям $\pm 35^\circ$. Это обусловлено колебанием оси вращения Земли, вызванным уже упоминавшимися космическими факторами. К таким «критическим» параллелям также относятся 62° и 70° параллели и экваториальная зона, в которой развиваются сдвиговые и нисходящие движения с формированием грабенов.

Объект и методы

Объектом настоящих исследований являются глобальные вихревые структуры, которые в последние годы привлекают всё большее внимание геологов в связи с разработкой новых подходов к решению фундаментальных задач геотектоники. Эти структуры, как правило, устанавливались и устанавливаются с помощью хорошо известного линеаментного анализа [17, 10 и др.], который на современном научном уровне представляет собой комплекс геоморфологических, геологических, геофизических и других методов геологического картирования. При его проведении используются: 1) материалы космических исследований; 2) топо-

графические и батиметрические карты; 3) карты геологического и геофизического содержания.

Термин «линеамент» был предложен У. Хоббсом для обозначения линейно вытянутых элементов рельефа и геологической структуры. Такой подход, конечно, в значительной мере сужал возможности выявления различных тектонических элементов. В настоящее время большинство исследователей считают, что линеаменты представляют собой линии резкого изменения параметров географической, геологической и геофизической сред. При этом обычно выделяются: 1) линеаменты географической среды (топо-, бати-, фото-, космолинеаменты); 2) линеаменты геологической структуры (гео-, тектоно-, металлолинеаменты); 3) линеаменты геофизических и прочих полей (магнито-, грави- и сейсмолинеаменты). Среди линеаментов выделяются трансконтинентальные, трансрегиональные, региональные и локальные, выраженные на космических снимках различного уровня генерализации чёткими линиями, линейными зонами с определённой внутренней структурой, и широкие пояса. На региональных и глобальных космофотоснимках с высокой разрешающей способностью, охватывающих огромные территории, чётко проявляются как линеаменты, так и многочисленные изометрические морфоструктуры центрального типа, многие из которых интерпретируются как литосферные вихри.

Результаты исследования и их обсуждение

Литосферные вихри представляют собой тектонические комплексы, состоящие из разнородных структур, в которых главным элементом является вращательный сдвиг. Структуры вращения обычно проявляются в виде разновозрастных систем сдвигов в виде спиралевидных и вихревых тектонических рисунков. Ли Сы-гуан [18] полагал, что главнейшими типами тектонических движений являются горизонтальное вращение и скучивание, а вихревые структуры образуются при повороте крупных тектонических массивов вокруг вертикальных и/или круто наклонённых осей вращения («закрученные блоки»).

Вероятно, именно они являются теми образованиями, в которых естественным образом сочетаются горизонтальные и вертикальные тектонические движения. Первичными, по мнению многих исследователей, являются всё-таки структуры, связанные с вращением Земли (ротационного типа). При изменении скорости вращения планеты как раз и возникают мощные горизонтальные и провоцируемые ими вертикальные напряжения, создаются условия для активизации магматизма и

формирования различных тектономагматических структур. Как известно, такие скачкообразные изменения в скорости вращения Земли вызываются космическими причинами (диспозицией других планет Солнечной системы, приливным воздействием на Землю Луны и Солнца с развитием волновых движений, эволюцией Галактики и др.). Притяжение этих космических тел, вызывающее колебательные движения, постоянно стремится изменить форму Земли и образует волны в её жидкой и твёрдой оболочках. Приливные силы, а также центробежные силы, связанные с энергией вращения Земли, могут вызвать смещения материков и формирование гигантских вихревых структур. Сами по себе колебательные движения определяются волновой природой распространения тектонических напряжений. При своём движении такие волны активизируют глубинные процессы и создают условия для «всплывания» плюмов, развития магматической конвекции, рифтогенеза и др.

По данным [5] возможны два типа колебаний Земли – крутильные и сфероидальные. Крутильные колебания приводят к смещению поверхности Земли в разные стороны (два полушария смещаются в противоположных направлениях). В результате сфероидальных колебаний частицы перемещаются в радиальном направлении и Земля попеременно вздувается на экваторе и растягивается у полюсов.

В частности, при общем господстве горизонтальных движений, вызываемых ротацией планеты, в определённые «революционные» периоды, тангенциальные напряжения на границах тектоносфер могут проявляться очень ярко и приводить к формированию самых разнообразных тектонических структур, когда в той или иной мере сочетаются горизонтальные и вертикальные векторы. Например, при чисто горизонтальных подвижках возникают турбулентные структуры, которые развиваются по типу «буравчика».

Действительно, существуют тектонические комплексы, в которых запечатлены результаты проявления и вертикальных, и горизонтальных дислокаций, которые могут быть зафиксированы в природе прямыми геологическими наблюдениями. В 1976 г. в южном Приморье при проведении крупномасштабной геологической съёмки описаны [8] так называемые «комбинированные структуры» – кольцевые вулканотектонические депрессии, сформировавшиеся в результате сочетания проседания кровли магматических очагов (cauldron subsidence) и вращательного сдвига. А.М. Петрищевский, анализируя характер ста-

тистического распределения плотностных неоднородностей в Ханкайском кристаллическом массиве, установил три уровня преимущественного сосредоточения плоских тел, отвечающих глубинным структурным несогласиям. Во взаимоотношениях между глубинными уровнями гравитирующих масс отчётливо проявлены следы горизонтальных (мезокайнозойских?) движений с северо-западным вектором, приведших к формированию складчатых структур северо-восточного простирания в приподнятых частях массива и к повороту глубинных слоёв в субширотном направлении.

Ещё в 20-х гг. XX в. М.А. Боголепов выдвинул предположения о вековых зональных мантийных движениях – вихреобразных процессах, возбуждаемых радиоактивным разогревом и создающих тягу снизу, направленных по часовой стрелке в южном полушарии и против часовой стрелки в северном. В дальнейшем вихревая тектоника была подробно рассмотрена в работах Р. Зондера [19], Ли Сы-гуана [18], Г.Н. Каттерфельда, О.И. Слензака, П.С. Воронова, Л.А. Маслова [12], Я.Г. Каца и др. [10], Т.Ю. Тверетиновой, А.В. Викулина, И.В. Мелекесцева, В.Е. Хаина и А.И. Полетаева [16] и др. Как показано А.И. Гончаровым, В.Г. Талицким и Н.С. Фроловой, тектоническое вращение является важнейшей составной частью процесса тектонического течения. Уже давно многие исследователи пришли к выводу о том, что литосфера (тектоносфера) – гидросфера – атмосфера представляют собой единую нелинейную систему, движение которой определяется ротацией Земли.

Возможно, именно вихревые образования являются ключом для понимания тектоники Земли и представляют собой основной тип структур, в которых естественно сочетаются горизонтальные и вертикальные дислокации [9]. Как считал академик Н.А. Шило, кольцевые структуры, как более выгодные по энергетике, могут представлять собой конечный этап развития тектонического вихря, его распад: благодаря турбулентным процессам в спиральных их ядра обособляются. По данным О.И. Слензака, большая часть планетарных вихревых систем закручена против часовой стрелки: действительно, левостороннее кручение наблюдается у большинства литосферных плит как вращающихся блоков литосферы – древних кратонов (их ядер) и зон сдвиговых деформаций по их границам. Этот исследователь полагал, что их формирование есть результат напряжений, возникающих в теле Земли в связи с её неравномерным вращением и периодическим воздействием

приливных волн.

Вихревые структуры различной иерархии распространены повсеместно по планете в различных геотектонических обстановках, включая континенты и океаны (Т.Ю. Тверетинова, А.В. Викулин и др.). На примере Северной Атлантики показано [13 и др.], что при океанообразовании в «твёрдых» оболочках Земли возникают вихревые движения и образуются рифтовые и срединные системы, имеющие тенденцию к закручиванию по оси раздвига. Современные океаны как раз и представляют собой такого рода структуры.

Как дивергентные границы литосферных плит (кулисные последовательности рифтовых долин, сочленяющихся посредством трансформных разломов), так и их конвергентные границы («элементарные» зоны субдукции или горно-складчатых сооружений) представляют собой [20] мегарегиональные зоны сдвиговых деформаций. Ярким примером глобальной правосдвиговой зоны является рифтовая система Атлантического океана. Как полагает Т.Ю. Тверетинова, её строение может быть связано с вращением против часовой стрелки Северо-Американской и Евразийской плит в северном полушарии и Южно-Американской и Африканской плит – в южном.

Результатом вращения Земли в течение всей её эволюции является формирование глобальных вихревых турбулентных систем – комплексов циклонов и антициклонов (всасываний и нагнетаний). Со спиральными восходящими и нисходящими вихрями было связано образование первичной континентальной коры и преобразование её в современную литосферу [4 и др.].

По данным многочисленных исследований, в восходящих потоках из-за подъёма вещества мантии давление падает и создаются условия для формирования вихрей циклонического типа, которые вращаются в Южном полушарии по часовой стрелке, а в Северном – против. В то же время в нисходящих потоках рост давления приводит к возникновению антициклонических вихрей, вращающихся в Северном полушарии по часовой стрелке, а в Южном – против. Таким образом, восходящие и нисходящие вихри отражают зоны растяжения и сжатия земной коры.

В работах И.В. Мелекесцева показано, что восходящие вихри фиксируются сводами, которые возникают на древних материковых плитах, молодых платформах и океанических плитах. Нисходящие потоки мантийного вещества развиты в Сибири, где интенсивно проявлен трапповый магматизм, а также в юго-западном секторе Тихого

океана, в котором выделяются четыре гигантских вихря, закрученные против часовой стрелки. Как полагает этот автор, в результате деятельности разнонаправленных астеносферных вихрей (западного и восточного) Индийская плита, при своём движении на север, столкнулась с Евразийской, что привело к формированию Гималаев, Тибета, Памира, Тянь-Шаня и, возможно, глубоководных впадин окраинных морей (Японского, Охотского и др.), а также Байкальской рифтовой зоны.

В настоящее время ещё недостаточно исследованы упругие, пластические и разрывные деформации в масштабах земной коры, происходящие в условиях постоянно вращающейся Земли в течение продолжительных отрезков времени. Как известно из учения о сопротивлении материалов, главными силами, вызывающими эти деформации, являются напряжения сжатия, растяжения, сдвига, изгиба и кручения. Многими исследователями подчёркивается, что на свойства горных пород огромное влияние оказывает фактор геологического времени, то есть за длительные периоды времени они способны течь в твёрдом состоянии.

Механизм образования литосферных вихрей определяется ротационными процессами, когда возникают скачкообразные изменения в скорости вращения Земли, вызванные космическими причинами [16 и др.]. При резких и быстрых деформациях земная кора ведёт себя как твёрдое тело, а при длительных деформациях – как вязкая жидкость. В первом случае образуются разломы и системы трещин. Во втором – формируются литосферные вихри, ветви которых представляют собой дугообразные складчатые зоны.

Как считают А.В. Викулин и А.Г. Иванчин, в свете ротационного подхода литосферные плиты, как и поворачивающиеся «элементарные» сейсмофокальные блоки, должны быть окружены полями упругих напряжений, имеющих соответствующим образом ориентированные моменты сил. Данные геодинимических и геодезических измерений, указывающих на поворотный (колебательный) характер движения плит [6], включая и самую большую – Тихоокеанскую плиту [12 и др.] и Австралийский континент (А.В. Викулин), подтверждают это.

В последнее время получены данные о высокой подвижности коры и литосферы, а также о важной роли продольного перемещения тектонических масс в формировании лика Земли, которые могут быть объяснены с позиции парадигмы тектонической расслоенности литосферы [14 и др.]. В рамках этой парадигмы предполагаются

повороты тектоносфер относительно друг друга в связи с изменением осевой скорости вращения Земли. Ведущее значение в ней отводится дифференцированным горизонтальным перемещениям континентов, отдельных блоков и литопластин внутри континентов и океанского ложа. Поэтому в рассматриваемом случае можно предполагать повсеместное проявление вихревой геодинамики.

Вероятно, литосферные плиты представляют собой гигантские вихри: так, Тихоокеанская депрессия, являющаяся одной из глобальных вихревых структур [12 и др.], с середины олигоцена по настоящее время испытала систематические повороты по часовой стрелке и против неё, с амплитудами смещения до нескольких сотен километров. Судя по данным Е.Д. Джэксона с соавторами, она совершает знакопеременное вращение с центром в Гавайской «горячей точке». По представлениям Л.А. Маслова и Н.П. Романовского, в мезокайнозойе тектоника Тихоокеанской мегавпадины была нарушена проявлениями мощного субширотного приэкваториального сдвига, в связи с чем она испытала вращение против часовой стрелки.

Вопрос о вероятном спирально-вихревом вращении вещества впадины Пацифики был поставлен ещё в 1930 г. В.И. Вернадским. Предположение о том, что Тихоокеанская океаническая плита вращается как целостная мегаструктура относительно прилегающих континентов, было высказано также в 1966 г. Х. Бениоффом. Имеются и другие данные (А.С. Балувев, В.С. Моралёв), свидетельствующие о вращении литосферных плит под воздействием ротационных сил при их перемещении в субмеридиональном направлении.

Как полагал У. Кэрри [11], Земля подвергается воздействию двух глобальных процессов кручения вдоль двух кольцевых зон. Кручение в Тетической зоне происходило вдоль экватора, где материи Северного полушария смещаются влево относительно материков Южного полушария, а в правосторонней Циркумтихоокеанской – через полюсы Земли. Данное явление вызвано взаимодействием инерционных сил и сил тяготения, обусловленных более высоким положением центра масс на материках. В Циркумтихоокеанической зоне кручения происходит главное тектоническое перемещение материков по часовой стрелке вокруг Тихого океана. То есть относительные перемещения блоков коры по У. Кэрри представляются собой сложные сочетания следующих движений: 1 – взаимное разделение блоков при движении в радиальном направлении от центра Земли с формированием между ними океанической коры;

2 – левостороннее кручение в зоне Тетис между полушариями; 3 – правостороннее Циркумтихоокеанское кручение; 4 – асимметрия между западом и востоком, выраженная в большем расширении вдоль западной окраины по сравнению с восточной; 5 – асимметрия между севером и югом – большее расширение Южного полушария по сравнению с Северным.

Большой интерес в этом плане представляют переходные зоны континент – океан, в частности, западно-тихоокеанская. И.В. Мелекесцев [4] разработал концепцию о фронтальной природе таких зон, базируясь на позициях вихревой вулканической гипотезы. Структуры переходных зон, по его мнению, можно рассматривать как гигантские очень вязкие потоки коро-мантийного вещества, расплзающиеся от глубинных разломов в зонах сочленения океанических и континентальных плит. Эти структуры связаны как с просто устроенными вихрями, так и с весьма сложными и многофазными вихревыми системами.

И.И. Берсенев [2] выдвинул идею, согласно которой Японское море сформировалось в результате подъёма мантийного диапира, вращавшегося против часовой стрелки: в последние годы Япономорская впадина, как и другие Западно-Тихоокеанские моря, рассматривается в качестве вихревой структуры левого типа камчатскими геологами (Г.И. Аносов, А.В. Викулин, А.В. Колосков, И.В. Мелекесцев, П.И. Фёдоров и др.) [4 и др.] и нами [9 и др.].

В результате бокового взаимодействия Евроазиатской и Тихоокеанской литосферных плит в западно-тихоокеанской зоне перехода происходило дробление континентальной и океанической коры, формирование мантийных диапиров и приуроченных к ним окраинно-континентальных морей [9]. Характерно, что под Западно-Тихоокеанскими окраинными морями располагаются активные выступы астеносферы [15], из которых и поднимаются магматические диапиры, в которых, вероятно, происходит зарождение вихревого движения. Как известно, астеносфера является главным источником магматической деятельности на планете и характеризуется пониженной вязкостью. Возникающие в ней расплавы испытывают медленные горизонтальные и вертикальные перемещения, формирующие названные магматические диапиры и – как следствие – литосферные вихри и окраинные моря. При этом образование данных структур происходит в течение длительного (геологического) времени, когда жёсткая литосфера ведёт себя как вязкая жидкость.

Впервые подробно описанная нами [9 и др.] Япономорская вихревая структура является преимущественно коровым образованием. Она чётко фиксируется на картах: 1) аномального гравитационного поля в редукции Фая (аномалии «в свободном воздухе»), 2) аномального магнитного поля, и 3) по данным космической альтиметрии, которые отражают, в целом, циклональную структуру Япономорской впадины.

Формирование Япономорской вихревой структуры происходило в связи с раскрытием Японского моря в основном в миоцене в зоне взаимодействия Евроазиатской и Тихоокеанской плит [9 и др.] и сопровождалось мощными проявлениями базальтового вулканизма и сейсмической активности.

Таким образом, разломная тектоника Японского моря определяется тем, что в данном регионе имеются два структурных этажа: мантийный и коровый. В строении первого глубинные разломы образуют долгоживущий тектонический каркас, а в пределах второго, тесно связанного в своём развитии с подстилающей его астеносферой, господствуют вихревые структурные линии.

Хотя преобладающее вращение Западно-Тихоокеанских морей направлено против часовой стрелки, можно наметить следующие геодинамические пары. Так, крупное Филиппинское море, являющееся, по существу, котловиной Тихого океана и закрученное, в основном, по часовой стрелке, с трёх сторон окружено морями, которые имеют противоположное направление вращения. На севере – это Японское море, на западе – Восточно-Китайское и Южно-Китайское, а на юго-западе – Сулу и Сулавеси (Целебесское). Кроме того, к таким парам можно отнести моря Кораллово-Северо-Фиджийское и Тасманово-Северо-Фиджийское, то есть такие сочетания являются закономерными.

Примечательно, что в Индо-Тихоокеанском регионе Земли выделена гигантская вихревая система [7], которая охватывает практически всю западно-тихоокеанскую зону перехода континент – океан. Эта система выделяется по морфоструктурным признакам и в глобальной структуре гравитационного поля Земли (модель GEM-9), а также выражается в рисунке горизонтальных течений в верхней мантии по данным сейсмической томографии.

Если взглянуть на батиметрическую карту Мирового океана (General Bathymetric Chart of the Oceans, 2014), то на ней можно увидеть явное господство вихревых морфоструктур самой

различной иерархии. Наиболее ярко в этом плане выделяются такие материки, как Южная Америка и Африка, которые представляют собой вихри, закрученные против часовой стрелки («левое ухо»). Поворот Африки против часовой стрелки подчёркивается Средиземноморско-Гималайской вихревой системой (северное обрамление). Тихоокеанская вихревая система левого типа чётко фиксируется на рассматриваемой карте характером размещения подводных хребтов и поднятий (Южно-Тихоокеанское, Восточно-Тихоокеанское и др.). Северная и Южная полярные области представляют, соответственно, левый и правый вихри.

Заключение

В тектонической структуре земного шара, сформированной ротационными процессами, главное значение имеют устойчивая регматическая сеть (тектонический каркас) и структуры центрального типа (кольцевые, вихревые и т.п.). Представляется, что литосферные плиты являются глобальными вихревыми системами, возникшими в результате тектонического течения масс как вязкой жидкости.

В современной геотектонике всё больше укрепляется мнение о том, что ряд структурных и кинематических построений, предлагаемых плейт-тектоникой, малообоснованны: многие исследователи полагают, что данная парадигма несостоятельна как всеобъемлющая геодинамическая концепция.

В итоге можно сделать следующие выводы:

- 1) вихревые структуры различного иерархического уровня являются широко распространёнными тектоническими образованиями на земном шаре;
- 2) рассматриваемые в рамках плейт-тектоники литосферные плиты, вероятно, являются глобальными вихревыми системами;
- 3) геологическая структура литосферы сформирована в результате тектонического течения вещества как вязкой жидкости и представляет собой «застывшие» в разное время турбулентные потоки.

Работа выполнена при поддержке программы ФНИ (ГП 14) ТОИ ДВО РАН, тема № 0271-2016-0007.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Анохин В.М. Глобальная дизъюнктивная сеть Земли: строение, происхождение и геологическое значение. СПб.: Недра, 2006. 161 с.
2. Берсенев И.И., Безверхний В.Л., Леликов Е.П. Строение и развитие дна Японского моря // Геодинамические исследования. 1988. № 11. С. 60–67.

3. Брюханов В.Н., Буш В.А., Глуховский М.З. и др. Кольцевые структуры континентов Земли. М.: Наука, 1987. 184 с.
4. Вихри в геологических процессах / ред. А.В. Викулин. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского гос. пед. ун-та, 2004. 297 с.
5. Войтенко С.П., Учитель И.Л., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б. Геодинамика. Основы кинематической геодезии. Одесса: Астропринт, 2007. 259 с.
6. Давыдов А.В., Долгих Г.И., Запольский А.М., Копвиллем У.С. Регистрация собственных колебаний геоблоков с помощью лазерных деформографов // Тихоокеанская геология. 1988. № 2. С. 117–118.
7. Дмитриевский А.Н., Володин И.А., Шипов Г.И. Энергоструктура Земли и геодинамика. М.: Наука, 1993. 154 с.
8. Изосов Л.А. О комбинированных структурах Юго-Западного Синегорья // Тезисы докладов XXIV науч.-техн. конф. Владивосток: НТО Горное, 1977. С. 12–13.
9. Изосов Л.А., Чупрынин В.И. О механизме формирования структур центрального типа Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент – океан // Геотектоника. 2012. Т. 46, № 3. С. 70–92.
10. Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Ф. Основы линейной тектоники. М.: Недра, 1986. 140 с.
11. Кэрри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. История догм в науках о Земле (пер. с англ.). М.: Мир, 1991. 448 с.
12. Маслов Л.А. Геодинамика литосферы Тихоокеанского подвижного пояса. Хабаровск – Владивосток: Дальнаука, 1996. 200 с.
13. Мирлин Е.Г. Проблема вихревых движений в «твёрдых» оболочках Земли и их роль в геотектонике // Геотектоника. 2006. № 4. С. 43–60.
14. Пушаровский Ю.М. О трёх парадигмах в геологии // Геотектоника. 1995. № 1. С. 4–11.
15. Родников А.Г. Соотношение астеносферы и структур земной коры окраины Тихого океана // Тихоокеанская геология. 1986. № 4. С. 15–22.
16. Хаин В.Е., Полетаев А.И. Ротационная тектоника: предыстория, современное состояние, перспективы развития // Ротационные процессы в геологии и физике. М.: КомКнига, 2007. С. 17–38.

17. Hobbs W.H. Lineaments of the Atlantic border region // Bull. Geol. Soc. Amer. 1904. Vol. 15. P. 483–506.
18. Lee J.S. Some Characteristic Structural Types in Eastern Asia and their Bearing upon the Problems of Continental Movements // Geol. Mag. 1929. Vol. 66. P. 422–430.
19. Sonder R.A. Die Lineament tectonic und ihre problem // Ed. Geol. Helv. 1938. Vol. 31, N 1. P. 199–238.
20. Tveritinova T.Y. On the geometrical regularities in the structure of the Alpine Mediterranean belt // XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association. Special publications of the Geological society of Greece, N 4/1. Athens, 1995. P. 124–133.

PROBLEMS OF THE GLOBAL VORTEX GEODYNAMICS

L.A. Izosov, N.S. Lee

For the tectonic structure of the Earth formed by the rotational processes, the structures of the Central type (ring, vortex, etc.) and a stable regmatic network (tectonic frame) are most important. The lithospheric plates, probably, represent the global vortex systems, as a result of the flow of tectonic masses as a viscous liquid. Vortex structures represent tectonic complexes showing the results of combination of vertical and horizontal tectonic movements, which can be recorded by direct geological observations.

Keywords: *global vortex system, rotary tectonics, ring structures, shear zones, tectonic flow of the masses, tectonic stratification of the lithosphere.*