

II. ГЕОЛОГИЯ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

УДК 551.242.1

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СООТНОШЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

Л.А. Изосов, В.И. Чупрынин, Ю.И. Мельниченко

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

В статье рассматриваются фундаментальные вопросы геотектоники с новых позиций, базирующихся на современных данных: 1. Все тектонические дислокации, по существу, являются трёхмерными и содержат как вертикальные, так и горизонтальные компоненты скорости движения. 2. В различных геологических процессах могут господствовать те или иные тектонические напряжения и в зависимости от этого формироваться соответствующие движения и провоцируемые ими структуры. 3. В большинстве случаев тектонические движения сопровождаются магматической деятельностью (процесс тектоно-магматической активизации). 4. Главные причины тектонических движений: ротационные, сила тяжести, космические, радиоактивный разогрев и тепло, выделяющееся при взаимодействии тектоносфер. 5. Господствующий структурообразующий фактор на Земле – горизонтальные движения. 6. Типичным примером комбинации вертикальных и горизонтальных тектонических дислокаций являются вихревые структуры – по существу, основной тип тектонических элементов Земли.

Ключевые слова: тектоника, геодинамика, структурные дислокации.

Часть 1. Основные аспекты рассматриваемой проблемы

«Каждая гипотеза возникает в определённое время при определённом состоянии знаний»

В.В. Белоусов [9: с. 561]

Введение

Одна из главнейших проблем геотектоники в настоящее время, как нам представляется, – это проблема соотношения вертикальных и горизонтальных тектонических движений. На протяжении всей истории развития геологической науки в геотектонических гипотезах, выдвигаемых разными исследователями, предпочтение, как правило, отдавалось лишь одному из этих видов дислокаций, и очень редко они рассматривались вместе. В то же время именно вопросы их сочетания и взаимодействия представляют исключительный интерес.

Поэтому авторы поставили перед собой следующую задачу – оценить характер соотношений вертикальных и горизонтальных тектонических движений с привлечением данных анализа геологии Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент–океан, особенно Япономорского звена (ЯЗ). При этом большое внимание уделено результатам структурно-геоморфологических исследований, поскольку тектонические движения находят четкое отражение в рельефе земной поверхности и во многих случаях подтверждены геолого-геофизическими материалами [30, 33, 34, 35]. Характерно, что именно структурно-геоморфологические исследования дна океанов привели к открытию планетарной системы срединно-океанических хребтов и рифтогенных морфоструктур. Эти данные трудно переоценить, так как

они стали одной из основ парадигмы новой глобальной тектоники [56].

В пределах ЯЗ существуют практически все типы геотектонических элементов: древние платформы (параплатформы), щиты, покровно-складчатые системы, вулканические пояса, океаническая плита, мощные глобальные рифтогенные и сдвиговые зоны, глубинные и региональные разломы, чешуйчато-надвиговые структуры и т.п. В качестве объектов исследований, которые прямо или косвенно отражают вертикальные и горизонтальные движения, выбраны кольцевые структуры, скрытые разломы фундамента глубинного типа, сдвиги, рифты, раздвиги и еще сравнительно слабо изученные вихревые магматогенные структуры различной иерархии. Однако следует подчеркнуть, что, по существу, все тектонические дислокации являются трехмерными, то есть они обладают тремя ненулевыми компонентами скорости движения.

В геотектонике уже давно существует, казалось бы, неразрешимая проблема: как соотносятся такие стабильные структуры, как регматическая сеть разломов Земли и кольцевые телескопированные структуры с глубокими корнями, с одной стороны, и глобальные сдвиговые зоны, с другой стороны? Как без противоречий совместить антагонистические фиксистские и мобилистские идеи в геологии?

Представляется, что эти парадигмы дополняют друг друга. Возьмём, например, плодотворно поработавшую геосинклинальную гипотезу, которая почему-то считается оплотом фиксистов. А не в её ли рамках была

разработана теория шарьяжей, которая считалась бредовой? А узкие «рубцовые зоны» А.Д. Аджирея [2], образовавшиеся при «захлопывании» геосинклиналей? Не чувствуются ли здесь начало гипотезы тектоники литосферных плит?

Однако некоторые исследователи, не обладающие необходимыми знаниями, способностями и, что особенно прискорбно, собственным фактическим материалом, отбрасывают добытые трудом многочисленных исследователей принципиально важные данные и занимаются спекулятивными разработками, основная цель которых – создание «новых» теорий. Обычно эти «новые» теории лишь следуют моде и не подтверждаются в практике геологических исследований. В свое время об этих новоявленных «теоретиках» известный приморский геолог Ю.Н. Олейник отзывался так: «Они двигают материки, а задокументировать двухметровую канаву не могут».

Основные аспекты рассматриваемой проблемы

1. Как отмечалось, в геотектонике на первый план в настоящее время выходит проблема соотношения вертикальных и горизонтальных движений. В ранние этапы развития геологической науки вертикальные движения объяснялись «гипотезой поднятий (кратеров поднятий)» (Л. Бух, А. Гумбольдт, Б. Штудер) как результат воздымания отдельных участков земной коры под действием внедряющихся магматических тел, а горизонтальные – контракционной гипотезой Эли де Бомона как результат постоянного сокращения объема Земли. На основании этой гипотезы возникло учение о геосинклиналях (Дж. Холл, Дж. Дэна), которые рассматривались как крупные прогибы земной коры с интенсивно развивающимся магматизмом, образованные под влиянием горизонтальных сил сжатия. При этом было установлено (М. Бертран) покровное строение Альп и выделены гигантские надвиги (шарьяжи) с амплитудой более 100 км. Вертикальные дислокации рассматривались (Г. Штилле) лишь как грубое коробление земной коры. Таким образом, одни тектонические движения считались главными, а другие – подчиненными.

2. Во время господства в геологической науке геосинклинальной концепции [9] проблема тектонических движений рассматривалась с разных позиций. Рядом исследователей (В.А. Обручев, А.Д. Аджирей и др.) ставился вопрос о крупномасштабных горизонтальных перемещениях тектонических масс (шарьяжи, тектонические покровы, узкие «рубцовые зоны», сформировавшиеся на месте бывших подвижных поясов и т.п.). У. Бачер полагал, что в истории Земли чередовались этапы всеобщего растяжения (формирование геосинклинальных прогибов) и сжатия (развитие складчатости) в связи с пульсацией подкорового вещества планеты. Как видим, названные исследователи в данном случае во главу угла ставили горизонтальные тектонические движения.

На огромные массы пород на Земле постоянно действует сила тяжести, поэтому К.Э. Даттон предложил идею изостазии – уравнивания земной коры. По мнению этого исследователя, изостатическая

компенсация литосферы является главной причиной возникновения вертикальных движений. Снос материала с приподнятых блоков земной коры приводит к их поднятию, а накопление осадков во впадинах – к перегрузке и опусканию блоков. Ряд исследователей (Ж. Ламонт, Э. Хаарман, Э. Рейер) ещё в 1888 г. выдвинули осцилляционную гипотезу, которую потом поддержали М.М. Тетяев, Ван Беммелен и Г. Рамберг. Согласно этой гипотезе, гравитационные силы играют ведущую роль в формировании и глубинных и поверхностных структур Земли. При этом предполагалось, что земная кора плавает на более плотном, но вязком субстрате.

В.В. Белоусов [9] кардинально переработал геосинклинальную гипотезу: основываясь на теории изостазии, в качестве основного типа тектонических дислокаций он рассматривал вертикальные (колебательные) движения, которые развиваются систематически и повсеместно. Этот исследователь указывал на имеющую место периодичность тектонических процессов с продолжительностью циклов примерно 150 млн. лет, в которых преобладали то нисходящие, то восходящие движения. При этом в качестве основного энергетического фактора рассматривалось неравномерное и меняющееся во времени распределение радиоактивных элементов внутри Земли. В земной коре постоянно происходит направленный процесс гравитационной дифференциации (всплывание легкого материала), связанный с образованием в ней больших гранитных масс богатых радиоактивными элементами. В ранние этапы развития Земли интенсивное нагревание привело к ее расширению; в то же время термический режим планеты стремится к равновесию, и с ее постепенным охлаждением связано оседание крупных площадей с образованием океанических впадин, которые увеличиваются за счет материков.

Близкой к радиомиграционной гипотезе В.В. Белоусова является астенолитная гипотеза, предложенная Б. и С. Виллиссами. По их мнению, причиной горообразования являются образовавшиеся в ядре Земли за счет радиоактивного тепла «клубы» магмы (астенолиты), которые, поднимаясь вверх, меняют шарообразную форму на колоннообразную. В их кровле происходит выгибание земной коры, выжимание вещества в ее основании в стороны, и таким образом происходит трансформация вертикальных движений в горизонтальные. На подобную трансформацию движений ещё в 1906 г. указывал в своей гипотезе магматических течений пластичного подкорового вещества О. Амфферер. Это вещество в результате радиоактивного разогрева и воздействия приливных сил испытывает периодическое сжатие и расширение – отсюда возникают колебательные тектонические движения. Ведущую роль колебательных движений земной коры признавали Ван Беммелен и Е. Хаарман, которые рассматривали складчатость как следствие гравитационного сползания масс на крыльях «выпуклых волн», или «геотуморов».

3. В современной геотектонике, как известно, господствует мобилистская концепция – «Новая глобальная тектоника» (НГТ), которая была выдвинута в виде закон-

ченной концепции в 1968 г. (Дж. Морган, З. Ле Пашон, Б. Изакс, Дж. Оливер, Л. Сайкс и др.). Толчком для создания НГТ послужили идеи Р. Дитца и Г. Хесса о раздвижении (спрединге) океанического дна [92, 94, 95, 96], хотя ее главные принципы были сформулированы ещё в 1929 г. А. Холмсом, объединившим гипотезу подкорковых течений О. Амферера, радиогенную гипотезу Дж. Джели и гипотезу дрейфа материков А. Вегенера. По представлениям названных исследователей, литосфера разделена на ряд крупных подвижных плит, подстилаемых астеносферой, а границы плит являются зонами максимальной тектонической, сейсмической и вулканической активности. В пределах рифтовых зон срединных океанических хребтов происходит спрединг и подъем базальтовой магмы из астеносферы. В результате конвекционных течений в астеносфере океанические плиты движутся в стороны от СОХ и вдоль островных дуг и окраин материков погружаются (субдуцируют) под континентальную кору.

В связи с потерей позиций геосинклинальной парадигмой [64], ведущее значение в геотектонике придается горизонтальным тектоническим движениям, в частности, в концепции НГТ, в террейновом анализе [73, 84, 93, 109, 101, 105], в гипотезе тектонической расслоенности литосферы (ТРЛ) Ю.М. Пушаровского [63, 64, 65, 66]. В ней ведущее значение отводится дифференцированным горизонтальным перемещениям континентов, отдельных блоков и литопластин внутри континентов и океанского ложа. Обстановка, благоприятная для крупномасштабного растяжения – сжатия и, как следствие, для проявления рифтогенных и коллизионных процессов, в которые вовлекаются коровые и мантийные массы, может быть обусловлена относительным перемещением тектоносфер и движениями по сублатеральным срывам. На наш взгляд, парадигма ТРЛ является наиболее приемлемой для решения задач, связанных с формированием и эволюцией структур земной коры ЯЗ Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент – океан [30, 31, 35].

В моделях стандартной Земли, приводимых в работе Г.И. Аносова и др. [3], в строении планеты выделяются радиально-концентрические зоны, имеющие собственные кинематические и динамические характеристики, на уровне которых можно ожидать дифференциальные движения оболочек (тектоносфер): 1) литосфера – астеносфера и мезосфера; 2) мезосфера (нижняя мантия) – раздел нижняя мантия и внешнее ядро (слой SDS); 3) раздел между внутренним ядром и внешним. По мнению авторов, парадигма ТРЛ, дополненная представлениями о радиально-концентрически расслоенной планете, является оптимальной для решения задач, связанных с формированием и эволюцией структур земной коры ЯЗ [30, 31, 35].

Тем не менее, надо отдать должное и геосинклинальной концепции, в системе которой можно заметить ростки почти всех современных теоретических направлений в геологии. Например, в рамках этой концепции были выдвинуты и обоснованы фактическим материалом представления о крупномасштабных горизонтальных перемещениях надвигового типа, разработаны уни-

кальные формационный и металлогенические методы исследований (Н.С. Шатский, Н.П. Херасков, Ю.А. Кузнецов, Ю.А. Косыгин, С.С. Смирнов, Ю.А. Билибин и др.), которые привели к открытию многочисленных месторождений различных видов минерального сырья и успешно выдержали испытание временем.

И еще раз подчеркнем главное: надо иметь в виду, что в условиях вращающейся Земли ее тектоносферы могут смешаться относительно друг друга и провоцировать развитие магматических, в том числе вулканических процессов. В то же время крупные кольцевые структуры, возникшие в нуклеарную стадию развития планеты [57] и имеющие глубокие корни, могут сохранять постоянное и устойчивое положение в течение длительного времени в пределах мощных докембрийских сооружений и перемещаться вместе с ними в этапы развития горизонтальных движений.

4. В принципе, любые тектонические движения связаны с расходом энергии Земли, главными видами которой, как известно, являются: 1) гравитационная, 2) энергия вращения, 3) химическая энергия, 4) тепловая энергия (в том числе радиоактивная, возникающая при трении оболочек Земли при ее вращении), 5) взаимодействие Земли с Солнцем, Луной и другими космическими телами. При этом необходимо еще раз отметить, что любые тектонические движения не происходят в чистом виде, а представляют собой совместные дислокации различных порядков.

Надо заметить, что в настоящее время еще 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 напряжение сжатия, растяжения, сдвига, изгиба и кручения. Многими исследователями подчеркивается, что на свойства горных пород огромное влияние оказывает фактор геологического времени. Широко распространенные в современной науке методы компьютерного моделирования геологических структур и лабораторные эксперименты в значительной мере являются лишь выражением тех или иных представлений о природных объектах и процессах, но в них не участвует главная составляющая – а именно, этот самый фактор геологического времени. Тем не менее (с учетом высказанных замечаний) результаты таких исследований представляют определенный интерес, т.к. приближают к решению поставленных задач. Не надо только придавать им абсолютного значения.

5. К структурам, образованным в основном вертикальными тектоническими движениями, относятся: 1) штамповые (коробчатые, прерывистые) складки (германотипная складчатость по Г. Штилле), развитые в чехле районов с блоковой тектоникой; 2) кольцевые структуры: вулканогенно-интрузивные купола; кальдеры проседания и т.п.; тектонические блоки платформ, параплатформ и остаточных массивов; 4) скрытые разломы фундамента [70]; 5) дислокации районов с соляной тектоникой; 6) осадочные бассейны; 7) кольцевые комп-

лексы неясного происхождения, фиксирующиеся как морфоструктуры на космических снимках, и др.

На Дальнем Востоке многокольцевые вулcano-тектонические структуры закартированы в Приморье в пределах Восточно-Сихотэ-Алинского и Западно-Сихотэ-Алинского вулканических поясов [24, 30, 33, 34, 37, 69, 79]. Подобные же образования или их фрагменты могут быть намечены в других регионах Япономорского звена, если учесть тот факт, что в домиоценовое время Японские острова составляли часть Азиатского континента [52, 91, 101, 104].

Следует подчеркнуть, что структуры, образованные преимущественно вертикальными тектоническими движениями, встречаются не только на платформах, но и в складчатых поясах. Можно полагать [31], что при горизонтальном движении (блоковом дрейфе) крупных стабилизированных участков земной коры, мантийные очаговые зоны («горячие точки») и зоны магмоконтролирующих разломов фундамента [70] остаются на месте, а «отпечатки» коровых кольцевых и линейных структур меняют свое местоположение, отрываясь от своих корней. Мантийные очаги и разломы фундамента с течением времени снова активизируются и генерируют новые поверхностные тектономагматические комплексы. Таким образом, на поверхности Земли вместе со сложно телескопированными мантийными кольцевыми и линейными структурами существуют и их «отпечатки», находящиеся в пределах тектонических блоков, испытавших крупномасштабные горизонтальные перемещения. Такие «отпечатки» могут наблюдаться и в сложно дислоцированных покровно-складчатых комплексах, залегающих в виде аллохтонов (тектонических перекрытий) на платформенном субстрате.

Далее рассмотрим наиболее ярко выраженные структуры, образованные преимущественно вертикальными тектоническими движениями (кольцевые структуры и скрытые разломы фундамента).

Кольцевые структуры различного генезиса и возраста, имеющие центр симметрии (изометричные, концентрические, центрального типа, ринг-структуры), представляют обязательные и фундаментальные структурные элементы земной коры [13, 39]. Как полагает В.М. Харченко [85], они формировались в результате импульсной разрядки тектонических и, вероятно, электрических напряжений в условиях пульсирующего режима Земли. При разрядке тектонических напряжений возникают структуры центрального типа с системами радиальных или кольцевых разломов и характерной тектонической трещиноватостью (структура «разбитой тарелки»). Радиусы таких структур определяются глубинами геолого-геофизических неоднородностей согласно правилу распространения нормальных и максимальных касательных напряжений [27]. При этом главным источником тектонических напряжений является архимедова сила: на границе мантии и ядра происходит дифференциация вещества по плотности в результате возникновения центробежных сил, обусловленных вращением Земли вокруг своей оси, Солнца и центра Галактики [8, 43]. Легкое вещество при этом будет подниматься вверх

по спиралевидной траектории, то есть в этом процессе участвует и горизонтальные движения.

Известно, что по генезису среди кольцевых структур в основном выделяются: 1) магматические, 2) вулcano-тектонические, 3) тектонические и 4) космические (астроблемы). К этому же тектоническому типу, в частности, относятся различные осадочные изометрические впадины и соляно-купольные поднятия. Астрооблемы распространены достаточно широко, но, к сожалению, выделяются не всегда достаточно обоснованно.

Вероятно, значительная часть крупных кольцевых магматогенных структур (с диаметром более 20 км) имеет мантийное происхождение, так как эмпирически установленная закономерность свидетельствует о том, что глубина заложения таких кольцевых структур соответствует их диаметру в плане. Они, как правило, имеют длительную (многофазную) историю развития и отражают следы эволюции глубинных флюидно-магматических систем. Действительно, в пределах рассматриваемых структурных комплексов на протяжении целых геологических эпох происходила многократная тектоническая активизация и перманентное развитие магматизма.

Кажется странным, что выделяемые многочисленными исследователями планетарные кольцевые структуры Земли как эндогенного, так и экзогенного (в том числе космического) генезиса и другие подобные образования более мелких рангов по каким-то причинам обычно не нарушаются разломами, например, не смещаются по сдвигам. Аналогичная картина наблюдается и на других планетах Солнечной системы и ярко выражена на Луне. Эти очевидные факты пока трудно поддаются объяснению.

Можно лишь предположить, что в горизонтальные движения вовлекаются крупнообъемные тектонические массы, несущие на себе указанные структуры, а не мелкие блоки. Подтверждением этому выводу служит следующее доказательство: планетарная сеть разломов вполне устойчива в мегаблоках, а за их пределами коррелируется не всегда уверенно и достоверно. Значит, это, с одной стороны, эмпирическая закономерность, а с другой стороны, проблема, нуждающаяся в объяснении.

Е.А. Радкевич, И.Н. Томсон, М.А. Фаворская и др. на основе исследований в Приморье региональных зон повышенной трещиноватости выделили главные системы скрытых разломов фундамента, тектонических блоков и кольцевых структур [68, 70]. Глубинные разломы этого региона подробно охарактеризованы И.И. Берсеневым с соавторами [22], причем среди них были намечены крупнейшие тектонические шовные зоны.

По-видимому, скрытые магмоконтролирующие разломы фундамента повышенной глубинности [70] заложились при становлении докембрийских структурных комплексов и, возможно, постоянно функционируют в мантии. Подобные структуры намечены в Северо-Западной части Тихого океана и прослежены [38] далее на запад и на восток в пределы его континентального обрамления. Вероятно, эти мощные ослабленные зоны время от времени перекрываются движущимися тектонически-

ми пластинами и таким образом как бы маскируются.

Глубинные дизъюнктивные деформации, проходя через верхние структурно неоднородные слои литосферы, выражаются на поверхности Земли в виде разнообразных линейных вторичных структурных и геоморфологических аномалий. При этом чем больше глубина заложения той или иной активной разломной зоны, тем в более рассеянном виде она будет выражена в верхних структурных этажах.

Представления о глубинных разломах восходят к понятию о первичной основной делимости земной коры. Первоначально У. Хоббс [97] понимал под глубинными разломами сеть разрывов (линеаментов), закономерно ориентированных относительно фигуры Земли. В 30-е годы XX века Г. Штиле опубликовал схему «Кардинальные линеаменты Европы», Р. Зондер [107] ввел термин «линеаментная тектоника». По мнению В.В. Белоусова [9], отрицавшего ведущую роль этих сил и сдвиговых явлений, причины возникновения и развития глубинных разломов кроются в процессах, происходящих в тектоносфере. Последняя, по данным этого исследователя, представляет собой единую оболочку мощностью около 1000 км (верхняя мантия + земная кора), в которой очаги глубокофокусных землетрясений достигают 700 км.

На наш взгляд, эти процессы могут вызываться не только распадом радиоактивных элементов в земной коре, как полагает В.В. Белоусов, но и космическими причинами – воздействием на Землю Луны и Солнца, и возникающими при этом волновыми тектоническими движениями. Такие движения могут провоцировать как миграцию к поверхности глубинных магматических очагов, так и прогибание крупных участков литосферы, в том числе и вулcano-тектонические оседания. Понятно, что названные процессы протекают постоянно, хотя относительную их роль трудно определить.

Проблеме линеаментов и планетарной трещиноватости посвящена обширная литература, в которой используются материалы дистанционных исследований Земли [4, 5, 28, 39, 46, 58, 59]. В настоящее время большинством исследователей линеаментами называются линейные неоднородности земной коры и литосферы различной иерархии, протяженности, глубины и времени заложения, которые проявляются на земной поверхности прямо (разрывами) или косвенно – геологическими или ландшафтными аномалиями. Простираются горных хребтов, впадин и других элементов рельефа подчиняется регматической сети разломов, описанной Р. Зондером, которая включает ортогональную (меридиональную и широтную) и диагональную (северо-западную и северо-восточную) системы.

Линеаменты разделяются на граничные и секущие: первые являются разломными границами тектонических блоков разного порядка (складчатые пояса и платформенные области), вторые пересекают территории с различным геологическим строением и историей развития. Учитывая их протяженность и глубинность, среди них можно выделить трансконтинентальные, трансрегиональные, региональные и локальные, выраженные на космических снимках различного уровня генерализации

четкими линиями, линейными зонами с определенной внутренней структурой и широкие (до первых сотен км) пояса. В.Е. Хаин [82] впервые ввел понятие о мировой сетке разломов. В кинематическом отношении глубинные разломы представляют сбросы, взбросы, сдвиги, надвиги, раздвиги и др. Такое разделение условно, поскольку за время своего длительного существования они могут менять свою кинематическую характеристику.

6. Производными преимущественно горизонтальных тектонических движений являются: 1) шарьяжи, 2) кристаллические тектонические покровы, 3) чешуйчато-надвиговые структуры. 4) сдвиги. 5) рифты, раздвиги и т.п.

Шарьяжи, кристаллические покровы и их индикаторы (олиостромовые формации) широко представлены и в Сихотэ-Алинской покровно-складчатой области, в Япономорском звене Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент–океан [32, 36, 51, 98]. Очень четко следы горизонтальных тектонических движений зафиксированы в таких структурах, как сдвиги, рифты и раздвиги.

В пределах краевых частей Тихого океана и его континентального обрамления уже давно выделяются глобальные сдвиговые зоны тихоокеанского направления [76, 77, 106, 111], которые, на наш взгляд, представляют элементы Перитихоокеанской вихревой системы. Следует подчеркнуть, что в таком аспекте названные сдвиговые зоны никем не рассматривались и авторы предвидят, что по этому поводу будут высказаны серьезные возражения. Однако, несмотря на дискуссионность данного вывода, он заслуживает дальнейшего развития, поскольку открывает новые подходы к решению ряда проблем глобальной тектоники Тихоокеанского региона.

Разломы северо-восточного и северо-северо-восточного простираения относятся к гигантским сквозным системам Таньлу (Таньчен-Луцзян) и Срединной тектонической линии Японии. Система Таньлу представляет собой серию ветвящихся левых сдвигов (30 главных разломов), прослеживающихся вдоль края Азиатского материка от Южно-Китайского до Охотского моря на расстояние около 5000 км при ширине 850–1000 км.

Вопросам рифтогенеза посвящены многочисленные работы [25, 53, 67], которые подчеркивают его глобальное развитие и синхронность на огромных площадях. Е.Е. Милановский, предложивший пульсационную гипотезу развития Земли [54], рассматривает рифтинг как проявление фаз растяжения и раздробления земной коры (континентального, реже – океанического типа). Ведущим фактором континентального рифтогенеза является утонение и разрыв сиалической коры с преобразованием ее в океаническую. При этом не все континентальные рифты достигают конечного этапа развития, в связи с чем существуют различные переходные типы структур с растянутой корой и неполным разрывом литосферы, эволюционирующие в вулcano-тектонические грабены, эпиконтинентальные прогибы и т.п.

Рифтинг, развивающийся в подвижных поясах, проявляется в виде кратковременных импульсов, которые чередуются с фазами горизонтального сжатия с формированием инверсионных структур – горстов, взбросов, надвигов и др. (то есть вызванных вертикаль-

ными напряжениями). Авторы поддерживают представления о важнейшей роли горизонтальных движений в тектоносфере и о мобильности континентального цоколя [81], тем не менее не снимают со счетов роль вертикальных движений, которые в определенных геодинамических обстановках могут приобретать ведущее значение. Еще раз подчеркнем, что при тех или иных тектонических реконструкциях следует рассматривать взаимодействие как можно большего числа факторов, то есть осуществлять комплексный подход к объекту исследований. Например, считается [20, 21], что Японское окраинное море сформировалось в миоцене в результате подъема плюма, и как следствие – образование в его кровле мощных раздвигов (рифтогенных структур).

7. Уже давно установлены тектонические структуры, в которых запечатлены результаты проявления и вертикальных и горизонтальных дислокаций. В пределах Ханкайского массива впервые описаны [29] так называемые «комбинированные» структуры – кальдерные депрессии, сформировавшиеся при проседании с одновременным вращением. В итоге получились спиралевидные структуры, относящиеся к типу вихревых структур, или структур вращения, выделенных Ли-Сы-гуаном [42] в Северо-Западном Китае. Этим образованиям (литосферным вихрям) посвящена обширная литература [7, 33, 71], тем более, что многие из них являются рудоносными [24]. Появилось даже новое направление в геотектонике – вихревая геодинамика [12, 16, 18, 48, 55, 56].

В последние годы была сформулирована [12] общая вихревая теория материи. В 50-е гг. прошлого века Г.А. Гамов, создатель теории горячей Вселенной, основываясь на гипотезах Декарта–Канта–Лапласа, сделал вывод, что вихри существуют в ней изначально, имеют ту же природу, что и само космологическое расширение, что в распределении и движении галактик видны следы догалактической турбулентности. То есть, природа вихревых движений во Вселенной связывается с процессами, объясняющими ее рождение, и должны иметь место в любой ее области. Таким образом, становится очевидной фундаментальная идея об абсолютности вихревого движения, и как следствие – гипотеза равномерной завихренности пространства [16, 17].

Вращение материи Вселенной как ее внутреннее характерное свойство проявляется в двух крайних предельных ее состояниях – в галактиках и элементарных частицах. Ю.С. Потапов с соавторами [62] показали, что вращательными и вихревыми движениями пронизано все вещество. Примечательно, что все спиральные, эллиптические и неправильные галактики, составляющие большинство (70 %) среди подобных образований, вращаются и имеют волновую солитонную структуру [80].

В своё время Н.А. Шило [89] развивал представление о широком распространении в природе спиралевидного движения вещества, подчеркивая, что благодаря турбулентным движениям в спиралах их ядра обособляются. Для геологических процессов, как считает Н.А. Шило, весьма характерны вихри и спирали как форма проявления турбулентных движений. Начиная с момента возникновения Земли, в ней, вероятно, происходила плот-

ностная конвекция мантийного вещества [6, 72], а в связи с вращением планеты могли формироваться спиральные вихри – «циклонические» в зонах восходящих потоков и «антициклональные» в зонах нисходящих.

О.Г. Сорохтин [72] в результате расчетов по моделям пришел к выводу, что в ходе эволюции Земли происходила регулярная смена одноячейстой структуры конвективных потоков мантийного вещества двухъячейстой и наоборот. По-видимому, после каждой такой перестройки на поверхности планеты возникали округлые в плане участки с повышенной мощностью выплавляемого из мантии вещества (древние ядра докембрийских щитов), имеющие различную морфологию в зонах восходящих и нисходящих вихрей.

Вообще, первичная кора океанического типа была образована из мантийного вещества, вынесенного конвективными потоками: нуклеарный этап ее становления характеризовался излияниями спилитовых лав, внедрением интрузивов анортозитов и отсутствием кислого вулканизма [57]. Как считает И.В. Мелекесцев [50], в процессе дальнейшей дифференциации мантийного вещества Земли возникали и отмирали как «циклонические», так и «антициклональные» спиральные вихри, которые при «слипании» формировали первичные «материки».

В современной геотектонике проблема вихревой геодинамики в земной коре пополняется многочисленными данными: описано большое количество структур вихревого типа – от Кольского полуострова на севере до Юго-Западной Африки на юге, от Русской плиты на западе до Сахалина на востоке. Эффекты тектонического вращения при этом зафиксированы в породах, имеющих возраст от докембрия до голоцена [60, 75]. Считается [44, 45], что вихревое движение является важнейшей составной частью тектонического движения вообще и что «... тектоническое течение состоит из трех компонентов – поступательного движения, вращения и деформации элементарных объемов геологической сплошной среды» [23].

Имеющийся обильный фактический материал по вихревой геодинамике [75] позволяет наметить отдельные элементы классификации тектонических движений, в частности эффекты: 1) прямого тектонического вращения, совпадающего с вращением Земли против часовой стрелки; 2) обратного тектонического вращения; 3) веерного (расходящегося) тектонического вращения (с образованием авлакогенов, грабенов и рифтов); 4) горизонтального тектонического вращения за счет неравномерного смещения по лево- или правосторонним сдвигам, ограничивающим жесткие блоки [29, 40]; 5) вертикального тектонического движения – хорошо известные конвективные течения.

Таким образом, названная проблема выходит на первый план в тектонике и разрабатывается многочисленными исследователями [14, 18, 41, 47, 48, 49, 61, 75]. Структуры поворотного, крутильного и вихревого типа выявлены также в геологической среде других планет и их спутников [49, 103, 110]. По мнению ряда исследователей, вихревые процессы являются ведущими в геодинамике [26, 42, 102]. Литосферные вихри должны оставлять

следы в виде кольцевых структур [16], возможно, последние являются продуктом конечного этапа развития структур вращения. На примере Северной Атлантики показано [55, 56], что при океанообразовании в «твердых» оболочках Земли возникают вихревые движения и образуются рифтовые и спрединговые системы, имеющие тенденцию к закручиванию по оси раздвига. Особенно широко распространены вихревые структуры в зонах сочленения Евразии с Тихим и Индийским океанами. Само формирование главных океанских бассейнов связано с мощными вихревыми потоками, образующимися в результате дифференциального вращения внутренних оболочек Земли [56]. При этом высказывается мнение [55], что на смену гипотезе тектоники плит придет парадигма, в которой основой будет нелинейная геодинамика сильно неравновесной среды.

Вихревые структуры разного масштаба распространены повсеместно по Земному шару в различных геотектонических обстановках, включая континенты и океаны. До сих пор они не получили адекватного научного истолкования: возможно, эти структуры являются главными геотектоническими элементами Земли. О.И. Слензак [71] связывает формирование этих структур с вращением Земли и периодическим действием приливных волн, когда в литосфере возникают напряжения сдвига и кручения, стремящиеся повернуть каждый блок литосферы против часовой стрелки. Кроме того, по мнению О.И. Слензака, возникновению вихревых структур способствует наличие в земной коре возбужденных электронных состояний, которые составляют энергетическую основу породообразующих и тектонических процессов. В связи с развитием вихревых систем литосферы образуются определенно расположенные зоны сжатия и растяжения, обуславливающие зональность складчатых структур.

На практике структуры вихревого типа намечаются уже давно, исходя из характера рисунка полей, деформаций на геологических, тектонических и морфоструктурных картах. В современной геодинамике все больший вес приобретает гипотеза о взаимосвязи вихревых процессов в тектоносферах с вызванными ротацией волновыми движениями планетарного масштаба; намечаются геологические и геофизические критерии выделения структур вращения [74]. К ним относятся данные: 1) о размещении планетарных структур сжатия и растяжения; 2) о полях напряжений, определенных по механизмам очагов землетрясений; 3) о результатах геодезических инструментальных измерениях; 4) о движениях блоков Тихоокеанской сейсмофокальной зоны, платформ и др. Кроме того, выдвинута [3] модель проявления ультраосновного магматизма с позиций вихревой геодинамики (на примере Камчатского региона), которая рассматривается как альтернатива субдукционной модели, то есть оспаривается существование самой субдукции как реального процесса.

При изменении ротационного режима Земли возникают мощные вихревые движения в верхнем или нижнем Экмановских слоях (соответственно подошва литосферы и подошва астеносферы – слоя с пониженной вязкостью); [3]. Эти движения приводят к возникно-

ванию колонноподобных структур («флюидно-магматических торнадо»). Данные геодинамические процессы рассматриваются в рамках концепции дифференциально вращающихся геосфер, между которыми расположен «смазочный слой» астеносферы. Авторы данной вихревой модели полагают, что вихревые структуры являются «структурными следами глубинных процессов». По их мнению, гидродинамика «смазочного слоя» может быть описана теорией сферического подшипника, которая в метеорологии и океанологии является основной при анализе синоптических вихрей и вихревых течений. Очень важным следствием из упомянутой теории «геодинамической смазки» представляется то, что в «смазочном слое» при ламинарном движении существуют обратные течения и турбулентные завихрения.

В качестве объекта, который является наиболее информативным в отношении процессов, протекающих на больших глубинах в течение длительного времени, авторами [3] выбраны мафит-ультрамафитовые плутонические комплексы позднемелового-палеогенового возраста и базит-гипербазитовые ксенолиты, связанные с плиоцен-четвертичными вулканитами (Камчатка). Массивы позднемеловых-палеогеновых базит-гипербазитов образуют хорошо выраженную вихревую тектоно-магматическую структуру; сходная структура вырисовывается также, если оконтурить выходы плиоцен-четвертичных вулканитов с ксенолитами базит-гипербазитового состава.

А.В. Лукьянов [45], рассмотревший нелинейные эффекты в моделях тектогенеза, представил тектоническое течение в виде векторного поля скоростей частиц тектоносферы. Он показал, что процессы самоорганизации приводят это поле к характерному структурному рисунку, в котором имеются не только неоднородные деформации, но и зоны с нулевыми дивергенциями и вихрями. Рядом исследователей [16] подчеркивается, что каждый блок земной коры обладает заключенной в нем самой движущей силой. Отсюда следует очень «...важный вывод о самостоятельности крупной вихревой системы, как типа тектонической структуры литосферы, который не может быть создан внешними источниками движения в виде дрейфующих материков или смещений по планетарным разломам» [71]. О.И. Слензак считает, что вещество, слагающее вихревые системы, формируется «...в твердом состоянии на месте и за счет вещества верхней мантии» [71]. Выводы названных авторов свидетельствуют о наличии у структурных элементов геологической среды собственного момента количества движения, а отсюда – собственных вращательных движений у блоков, плит и т.п. [74].

В этих выводах постулируется независимость рассматриваемых образований от внешних факторов. Так, границы литосферных плит, представляющие сдвиговые зоны, рассматриваются [74] как геологическое доказательство «собственного» вращения этих структур (в отличие от Эйлера вращений), которое возникает при поступательном перемещении вдоль сферической поверхности. Примечательно, что механизм образования смещений вдоль границ литосферных плит связан с эф-

фектом циклической миграции землетрясений [47], который рассматривается «... в рамках модели поворачивающихся за счет своих внутренних источников сейсмофокальных блоков» [74]. Названные авторы делают предположение о том, что зарождение и отмирание тектонических плит происходит на Земле непрерывно «... и определяется самосогласованным упругим планетарным полем, имеющим волновую ротационно обусловленную природу» [74].

Исходя из этих представлений, можно, с одной стороны, прийти к выводу о том, что сдвиговые зоны порождаются вихревыми структурами, точнее, являются их частями. И, с другой стороны, отрицается возможность происхождения тех или иных вихревых структур за счет проявления сдвиговых деформаций, например, в результате взаимодействия пары сдвигов. Таким образом, по мнению цитируемых авторов, первичным является вихревое движение в тектоносфере, то есть тектоническое движение является производной формой вращательного движения [11]. Вторичные следствия названного геодинамического процесса – перемещения тектонических масс, землетрясения и проявления вулканизма.

Структуры вращения обычно проявляются в виде разновозрастных систем сдвигов, спиралевидных и вихревых тектонических рисунков. Наблюдающиеся на геологических и тектонических картах чередующиеся системы разномасштабных зон растяжения и сжатия рассматриваются [74] как региональные, мегарегиональные и планетарные зоны сдвиговых деформаций. Характерно, что большая часть планетарных вихревых систем закручена против часовой стрелки [71]: типичным примером правосдвиговой зоны может служить рифтовая система Атлантического океана, а левосдвиговой зоны – конвергентная система Средиземноморско-Гималайско-го альпийского складчатого пояса.

Имеются данные о вращении самой большой на планете Тихоокеанской плиты [47, 99, 108]: с середины олигоцена по настоящее время в регионе произошло пять перестроек регионального поля напряжений. Необходимо заметить, что вопрос о вероятном спирально-вихревом вращении вещества впадины Пацифики был поставлен В.И. Вернадским [15] еще в 1930 г., он связывал это явление с возможным отделением Луны от Земли в ранние этапы ее эволюции. Существуют также многочисленные примеры вращательных и вихревых движений тектонических плит, платформ и других более мелких блоков земной коры в течение разных геологических эпох, затрагивающих практически всю верхнюю мантию [74].

8. Таким образом, литосферные вихри являются именно теми образованиями, в которых естественным образом сочетаются вертикальные и горизонтальные тектонические движения. Возможно, данные структуры являются главными геотектоническими элементами Земли. О.И. Слензак [71] полагает, что вихревая геодинамика распознается уже на микроуровне и является результатом магматической дифференциации вещества. Следовательно, мы имеем дело с комплексной проблемой, стоящей на стыке микро- и макромира,

дискретности и непрерывности пространства и времени.

При горизонтальном движении крупных тектонических плит и литопластин возникает вращательный момент, который приводит к формированию сдвиговых зон, а при столкновении их друг с другом формируются характерные чешуйчато-надвиговые комплексы. Подобные структуры и синформные им хаотические формации зафиксировали движение литосферной плиты Кула (Изанаги), которая отделилась от Гондваны в позднем палеозое и в течение мезозоя двигалась в северном направлении, пока не столкнулась с Сибирской платформой [35, 76, 77, 100].

Следует еще раз подчеркнуть, что геологические процессы, происходящие на Земле, относятся к нелинейным [1, 64, 65, 66]. К типу неравновесных глобальных систем относится литосфера – ведь структурообразование в ее пределах идет по пути возрастания неоднородностей в результате развития сложных нелинейных процессов, которые приводят к самоорганизации вещества [90]. Литосфера постоянно обменивается веществом и энергией с другими оболочками Земли, в связи с этим возникают новые и перерабатываются или захватываются прежние тектонические структуры.

9. В рамках настоящего исследования нас интересует прежде всего именно комплексный, или формационный, подход к решению заявленной проблемы. Авторы полагают, что при формировании геологических структур взаимодействуют многочисленные тектонические факторы, обусловленные как земными, так и космическими причинами. Наиболее представительным объектом в этом отношении, вероятно, являются литосферные вихри, сформировавшиеся в результате комбинации горизонтальных и вертикальных тектонических движений и связанных с ними разнообразных структурных элементов. Прослеживание и установление связей между ними (даже самых слабых и, казалось бы, невозможных при непосредственном восприятии) является одной из интереснейших научных задач.

Первичными, по-видимому, являются структуры, связанные с ротацией Земли [19, 61]. Можно полагать, что при изменении скорости вращения планеты как раз и возникают мощные горизонтальные и провоцируемые ими вертикальные напряжения; создаются условия для активизации магматизма и формирования различных тектоно-магматических структур. Как известно, такие изменения в скорости вращения Земли вызываются космическими причинами (диспозицией других планет, воздействием Луны и др.). В.П. Филатьев [78] пришел к выводу о том, что основным механизмом тектонических перестроек, в том числе формирование окраинных морей в зоне перехода между Азиатским континентом и Северо-Западной Пацификой, является ротационный режим Земли.

Как подчеркивал В.Е. Хаин [83], за рамками тектоники плит остались два аспекта глобальной геодинамики, которые еще далеки от полного освещения: 1) вопрос о роли ротационного фактора в геодинамике и 2) вопрос о влиянии на геодинамику процессов в окружающем

нашу планету Космосе, в первую очередь в системе Земля–Луна–Солнце.

Процессы развития складчатых областей можно моделировать, опираясь на законы и уравнения гидродинамики. При резких и быстрых деформациях земная кора ведет себя как твердое тело, при длительных деформациях она ведет себя как жидкость. В первом случае образуются вулканотектонические депрессии и поднятия, разломы и системы трещин. Во втором – литосферные вихри, ветви которых представляют собой дугообразные складчатые зоны. В данном случае следует обратиться к реологии: эта наука рассматривает сложное поведение вещества, когда одновременно проявляются вязкие, пластичные и упругие его свойства.

При любых тектонических перемещениях в той или иной мере проявляются горизонтальные и вертикальные движения. Например, при чисто горизонтальных подвижках возникают винтообразные структуры, которые развиваются по типу «буравчика». Такие «буравчики» в литосфере могут формировать тектоносферные воронки [33] либо спиралевидные плюмы [10]. В этом плане значительный интерес представляют так называемые пространственные регулярные структуры, структуры Тьюринга, аналоги которых могут быть среди тектонических образований литосферы [86, 87].

10. Известно, что в эпохи ускорения вращения планеты увеличивается ее «эллипсоидность», а в эпохи замедления растет ее «шаровидность». В частности, уменьшение скорости вращения планеты, регистрируемое астрометрическими методами и обусловленное действием сил трения [1, 3], вызывается притяжением космических тел, которое постоянно стремится изменить форму Земли и образует волны в ее жидкой и твердой оболочках. Приливные силы, а также центробежные силы, связанные с вращением Земли, могут вызвать нерегулярное перемещение литосферы в западном направлении, смещения материков и формирование гигантских вихревых структур.

С вращением Земли связаны вихревые системы глобального масштаба, а также локальные структуры того или иного иерархического уровня (колонноподобные структуры) – комплексы циклонов и антициклонов. Глубинные вихревые движения также нередко выражаются в спиралевидном расположении вулканических центров [88]. По-видимому, не только ротационные силы вызывают скольжение литосферы по астеносфере и вихревое движение, но важную роль в этом процессе играет также тепловая энергия, полученная от Солнца, неравномерно распределенная во внешних тектоносферах Земли [90].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Авсюк Ю.Н. Эволюция системы Земля–Луна и ее место среди проблем нелинейной геодинамики // Геотектоника. 1993. № 1. С. 13–22.
2. Ажгирей А.Д. Шарьяжи в геосинклинальных поясах. М.: Наука, 1977. 155 с.
3. Аносов Г.И., Колосков А.В., Флеров Г.Б. Особенности проявлений ультрамафитов Камчатского региона с позиций вихревой геодинамики // <http://www.kscnet.ru/ivs/publication/whirlwinds/anosov/htm>. 2007.
4. Анохин В.М. Глобальная дизъюнктивная сеть Земли: строение, происхождение и геологическое значение. СПб.: Недра, 2006. 161 с.
5. Анохин В.М., Одесский И.А. Характеристика глобальной сети планетарной трещиноватости // Геотектоника. 2001. № 5. С. 3–9.
6. Артюшков Е.В. Дифференциация по плотности вещества Земли и связанные с ней явления // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1970. № 5. С. 18–30.
7. Байков А.И., Делемень И.Ф. Спиралевидные структуры и оруденение // Минерало-рудообразование в вулканогидротермальных системах островных дуг. Петропавловск-Камчатский, 1998. С. 33–36.
8. Белов С.В. Космические причины периодичности вулканизма // Система планеты Земля. Нетрадиционные вопросы геологии: XI научный семинар. М.: МГУ, 2003. С. 199–200.
9. Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. М.: Гос. научно-техн. изд-во литер. по геологии и охране недр, 1954. 606 с.
10. Берсенев И.И. Осевое вращение Земли как одна из причин геотектогенеза // Строение и развитие земной коры. М.: Наука, 1964. С. 194–200.
11. Бондарчук В.Г. Движение и структура тектоносферы. Киев: Наукова Думка, 1970. 192 с.
12. Борисов А.В., Мамаев И.С., Соколовский М.А. Фундаментальные и прикладные проблемы теории вихрей. Москва – Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003. 704 с.
13. Брюханов В.И., Иванкин П.Ф., Кропоткин П.Н. и др. Кольцевые структуры континентов Земли. М.: Недра, 1987. 185 с.
14. Ван Беммелен Р.И. Теория ундаций // Структурная геология и тектоника плит. Тектоника гравитационного скольжения. Эллипсоид напряжений. М.: Мир, 1991. Т. 3. С. 200–213.
15. Вернадский В.И. Об условиях появления жизни на Земле // Избранные сочинения. Т. 5. М.: АН СССР, 1960. С. 252–266.
16. Викулин А.В. Взгляд физика: вращательное движение как характерное свойство пространства – времени Вселенной // Вихри в геологических процессах. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского гос. пед. ун-та, 2004. С. 8–19.
17. Викулин А.В., Мелекесцев И.В. Сейсмичность, вулканизм Тихого океана и вращение планеты // Българско геофизично списание. 1997. Т. 23, № 1. С. 62–68.
18. Вихри в геологических процессах. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского гос. пед. ун-та, 2004. 297 с.
19. Воронов П.С. Роль ротационных сил Земли в истории становления структуры ее литосферы // Эволюция геологических процессов в истории Земли. М.: Наука, 1993. С. 104–114.
20. Геологическое строение Западной части Японского моря и прилегающей суши. Владивосток: Дальнаука, 1993. 209 с.
21. Геология дна Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. 140 с.

22. Геология СССР. Т. 32. М.: Недра, 1969. 695 с.
23. Гончаров М.Л., Талицкий В.Г., Фролова П.С. Введение в тектонофизику. М.: Университет, 2005. 496 с.
24. Горошко М.В., Изосов Л.А. Особенности металлогении Южно-Синегорской впадины Ханкайского массива (Приморье) // Региональные проблемы. 2007. № 8. С. 63–71.
25. Грачёв А.Ф. Рифтовые зоны Земли. Л.: Недра, 1977. 247 с.
26. Дмитриевский А.Н., Володин И.А., Шипов Г.И. Энергоструктура Земли и геодинамика. М.: Наука, 1993. 155 с.
27. Ежов Б.В., Худяков Г.И. Морфоструктуры центрального типа и глубинные геофизические разделы // Докл. АН СССР. 1982. № 265. С. 667–669.
28. Желобаев А.А., Кочев Д.З., Махорин А.А., Полетаев А.И. Линеаментология: от фактов к научному направлению // Наука в России. 2005. № 6. С. 31–38.
29. Изосов Л.А. О комбинированных структурах Юго-Западного Синегорья: Тез. докл. XXIV науч.-техн. конф. ДВПИ. Владивосток: НТО Горное, 1977. С. 12–13.
30. Изосов Л.А. Среднепалеозойские формации и тектоника Япономорского региона. Владивосток: Дальнаука, 2002. 278 с.
31. Изосов Л.А. Геологические формации и среднепалеозойская эволюция Япономорской окраины Азии: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Хабаровск, 2003. 42 с.
32. Изосов Л.А., Василенко Н.Г., Мельников Н.Г., Петрищевский А.М. Вольфрамоносная олистострома Центрального Сихотэ-Алиня // Геотектоника. 1988. № 3. С. 76–87.
33. Изосов Л.А., Горошко М.В. Южно-Синегорская впадина Приморья: геологическое строение и развитие // Тихоокеанская геология. 2006. № 3. С. 33–41.
34. Изосов Л.А., Коновалов Ю.И. Западно-Сихотэ-Алинский окраинно-континентальный вулканический пояс и его тектоническая позиция в Западно-Тихоокеанской зоне перехода континент–океан. Владивосток: Дальнаука, 2005. 315 с.
35. Изосов Л.А., Коновалов Ю.И., Емельянова Т.А. Проблемы геологии и алмазности зоны перехода континент–океан (Япономорский и Желтоморский регионы). Владивосток: Дальнаука, 2000. 326 с.
36. Изосов Л.А., Мельников Н.Г. О чешуйчато-покровных структурах Западного Приморья // Тихоокеанская геология. 1988. № 6. С. 47–53.
37. Изосов Л.А., Рязанцева М.Д. Магматические комплексы юга Ханкайского массива // Советская геология. 1977. С. 77–90.
38. Калягин А.Н., Абрамов В.А. Основы трансструктурной геологии. Владивосток: Дальнаука, 2003. 348 с.
39. Кац Я.Г., Козлов В.В., Полетаев А.И., Сулиди-Кондратьев Е.Д. Кольцевые структуры Земли: миф или реальность. М.: Наука, 1989. 190 с.
40. Копп М.Л. Структуры латерального выжимания в альпийско-гималайском коллизиином поясе. М.: Научный мир, 1997. 314 с.
41. Кулаков А.П. Морфоструктуры Востока Азии. М.: Наука, 1976. 174 с.
42. Ли Сы-гуан. Вихревые и другие проблемы, относящиеся к сочетанию геотектонических систем северо-западного Китая. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 129 с.
43. Лопатин А.Ф., Вобликов Б.Г. К проблеме пульсации Земли // Тектоника и гидродинамика. Ставрополь, 2002. Вып. 1. С. 78–79.
44. Лукьянов А.В. Пластические деформации и тектоническое течение в литосфере. М.: Наука, 1991. 144 с.
45. Лукьянов А.В. Нелинейные эффекты в моделях тектогенеза // Проблемы геодинамики литосферы. М.: Наука, 1999. С. 253–287.
46. Макаров В.И. Предварительная карта линеаментов территории СССР // Изв. вузов. Геол. и разведка. 1978. № 10. С. 30–34.
47. Маслов Л.А. Геодинамика литосферы Тихоокеанского подвижного пояса. Хабаровск – Владивосток: Дальнаука, 1996. 200 с.
48. Мелекесцев И.В. Вихревая вулканическая гипотеза и некоторые перспективы ее применения // Проблемы глубинного вулканизма. М.: Наука, 1979. С. 125–155.
49. Мелекесцев И.В. Роль вихрей в происхождении и жизни Земли. Петропавловск-Камчатский: КППУ, 2004. С. 25–70.
50. Мелекесцев И.В. (<http://www.kscnet.ru/ivs/publication/whirlwinds/Melekesev.htm>). 2007.
51. Мельников Н.Г., Изосов Л.А. Структурно-формационное районирование Приморья // Тихоокеанская геология. 1984. № 1. С. 53–61.
52. Мельниченко Ю.И., Съедин В.Т., Изосов Л.А. Вулкано-тектоника Япономорского региона // Тектоника и металлогения Северо-Западной Пацифики и Восточной Азии: мат–лы конф., посвященной памяти Л.М. Парфенова. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2007. С. 231–234.
53. Милановский Е.Е. Рифтовые зоны континентов. М.: Недра, 1976. 280 с.
54. Милановский Е.Е. Рифтогенез и пульсации Земли // Рифты литосферы: Мат–лы междунар. конф. (VIII чтения А.Н. Заварицкого). Екатеринбург: УО РАН, 2002. С. 6–15.
55. Мирлин Е.Г. Проблема вихревых движений в «твердых» облачках Земли и их роль в геотектонике // Геотектоника. 2006. № 4. С. 43–60.
56. Мирлин Е.Г., Коновалов М.В., Сущевская Н.М. Вихревые спрединг-системы в литосфере и в верхней мантии океанов // Докл. РАН. 2005. № 4. С. 507–510.
57. Павловский Е.В. Ранние стадии развития земной коры // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1970. № 5. С. 23–39.
58. Планетарная трещиноватость. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1973. 176 с.
59. Планетарная трещиноватость осадочного чехла литосферы (по материалам аэрокосмических съемок). Л.: Недра, 1984. 216 с.
60. Полетаев А.И. Проблема ротогенеза в докладах и материалах XXXV Тектонического совещания // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики: IV Горшковские чтения: мат–лы конф. М.:

- МГУ, 2002. С. 22–27.
61. Полетаев А.И. Ротационная тектоника земной коры // Тектоника земной коры и мантии: мат–лы. XXXVIII тектонич. совещ. М.: ГЕОС, 2005. Т. 2. С. 97–100.
 62. Потапов Ю.С., Фоминский Л.П., Потапов С.Ю. Вихревая энергетика и холодный ядерный синтез с позиции теории движения. Кишинев – Черкассы: Око-Плюс, 2000. 324 с.
 63. Пушаровский Ю.М. Особенности геологической истории Тихоокеанской области Земли. М.: Наука, 1986. 30 с.
 64. Пушаровский Ю.М. О трех парадигмах в геологии // Геотектоника. 1995. № 1. С. 4–11.
 65. Пушаровский Ю.М. Глобальная тектоника в перспективе // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых: мат–лы XXXVIII Тектонич. совещ. М.: ГЕОС, 2005. Т. 2. С. 121–123.
 66. Пушаровский Ю.М., Пушаровский Д.Ю. О тектоно-геодинамической модели Земли нового поколения – обзор проблемы // Геотектоника. 2006. № 3. С. 3–8.
 67. Рифты литосферы // Рифты литосферы: мат–лы междунар. конф. (VIII чтения А.Н. Заварицкого). Екатеринбург: УО РАН, 2002. 359 с.
 68. Рудоконтролирующие структуры Азии и их металлогения М.: Недра, 1983. 193 с.
 69. Рыбалко В.И. Лиминарные пояса: закономерности строения и развития // Фанерозойский магматизм Сихотэ-Алинской вулканической области. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 31–50.
 70. Связь магматизма и эндогенной минерализации с блоковой тектоникой. М.: Недра, 1969. 264 с.
 71. Слензак О.И. Вихревые структуры литосферы и структуры докембрия. Киев: Наук. Думка, 1972. 183 с.
 72. Сорохтин О.Г. Глобальная эволюция Земли. М.: Наука, 1974. 184 с.
 73. Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. М.: ИФЗ РАН, 2002. 236 с.
 74. Тверитинова Т.Ю., Викулин А.В. Геологические и геофизические признаки вихревых структур в геологической среде // Вестник Краунц. Сер. Науки о Земле. 2005. № 5. С. 59–76.
 75. Тектоника и геофизика литосферы. Мат–лы XXXV Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2002. Т. 2. С. 104–107.
 76. Уткин В.П. Восточно-Азиатская глобальная сдвиговая система, вулканический пояс и окраинные моря // ДАН СССР, 1978. Т. 240, № 2. С. 400–403.
 77. Уткин В.П. Горст-аккреционные системы, рифто-грабены и вулканические пояса юга Дальнего Востока // Тихоокеанская геология. 1996. Т. 15, № 6. С. 44–72.
 78. Филатьев В.П. Механизм формирования зоны перехода между Азиатским континентом и Северо-Западной Пацификой. Владивосток: Дальнаука, 2005. 273 с.
 79. Фремд Г.М. Орогенный вулканизм Южно-Джунгарского и Восточно-Сихотэ-Алинского поясов Томск: Изд-во Томского ун-та, 1972. 471 с.
 80. Фридман А.М. Из жизни спиральных галактик // В мире науки. 2005. № 1. С. 70–79.
 81. Фундаментальные проблемы общей тектоники. М.: Научный мир, 2001. 520 с.
 82. Хаин В.Е. Глубинные разломы – основные признаки, принципы классификации и значение в развитии земной коры (исторический обзор) // Изв. Высш. учеб. Заведений. Сер. геол. и разведка. 1963. № 3. С. 13–29.
 83. Хаин В.Е. Глобальная геодинамика: новые успехи, старые и новые проблемы // Тектоника и геофизика литосферы: мат–лы XXXV Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2002. Т. 2. С. 279–280.
 84. Ханчук А.И. Геологическое строение и развитие континентального обрамления северо-запада Тихого океана: автореф. дис. ... док-ра геол.-минер. наук. М., 1993. 31 с.
 85. Харченко В.М. Природа структур центрального типа и закономерности распространения залежей углеводородов, локальных и региональных очагов землетрясений // Вестник СевКазГТУ. 2006. № 2 (6). <http://www.ncst.ru>
 86. Чупрынин В.И. Ритмические пространственные структуры геосред // Вестн. ДВО РАН. 2001. № 5. С. 41–52.
 87. Чупрынин В.И. Нелинейные явления в геосистемах. М.: Наука, 2008. 197 с.
 88. Шевалье Л. Распределение и тектоника меловых кимберлитов Южной Африки: приложение для динамики мантии // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, № 1. С. 477–485.
 89. Шило Н.А. О механизме образования Солнечной системы // Тихоокеанская геология. 1982. № 6. С. 20–27.
 90. Шолпо В.Н. Структура Земли: упорядоченность или беспорядок? М.: Наука, 1986. 160 с.
 91. Chinzei K. Opening of the Japan Sea and marine Biogeography during the Miocene // J. Geoelectr. 1986. V. 38. P. 48–494.
 92. Dietz R.S. Continent and Ocean Basin Evolution by Spreading of the Sea Floor // Nature. 1961. V. 190. P. 854–857.
 93. Ehiro M. Origin and drift histories of some microcontinents distributed in eastern margin of Asian Continent // Earth Science. 2001. V. 55, N 2. P. 71–81.
 94. Hess H.H. Geological hypotheses and the Earth's crust under the oceans // A Discussion on the Floor of the Atlantic Ocean. Proceedings of the Royal Society of London. 1954. Series A. 222. P. 341–348.
 95. Hess H.H. The oceanic crust // Journ. of Marine Research. 1955. V. 14. P. 423–439.
 96. Hess H.H. Nature of great oceanic ridges // Preprints of the 1st Intern. Oceanogr. Congr. (New York, August 31–September 12, 1959). 1959. Washington: Amer. Assoc. for the Advancement of Sci. (A). P. 33–34.
 97. Hobbs W. Lineaments of the Atlantic border region // Bull. Geol. Soc. Amer., 1904. V. 15. P. 483–506.
 98. Izosov L.A., Levashev G.B. Late Mesozoic Ore-Bearing Olistostromes of Sikhote-Alin and its Formation Equivalents in Japan Sea Region // Memories de

- Geologie: Lausanne, 1997. N 30. P. 191–196.
99. Jakson E.D., Shaw H.R., Bargar K.E. Calculated geochronology and stress field orientations along the Hawaiian chain // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1975. V. 26. P. 145–155.
 100. Klimets M.P. Speculations the Mesozoic plate tectonic evolution Eastern China // *Tectonics*. 1983. V. 2, N 3. P. 139–66.
 101. Kojima S. Mesozoic Terrane accretion in North-East China, Sikhote-Alin and Japan regions // *Palaeogeology*. Amsterdam: Elsevier sci. Publ. B. V, 1989. P. 213–232.
 102. Lee J.S. Some Characteristic Structural Types in Eastern Asia and Their Bearing upon the Problems of Continental Movements // *Geol. Mag.* LXVI. 1928. P. 422–430.
 103. Maps of part of Northern hemisphere of Venus. Miscellaneous investigations series // Published by the US Geol. Surv. 1989.
 104. Ootofuji Y., Matsuda T. Paleomagnetic evidence for the clockwise rotation of Southwest Japan // *Earth. Planet. Sci. Lett.* 1983. V. 62. P. 349–359.
 105. Parfenov L.M., Natapov L.M., Sokolov S.D., Tsukanov N.V. Terrane analysis and accretion in Northeast Asia // *The Island Arc*. 1993. V. 2. P. 35–54.
 106. Regional Geology of Jilin province // *Geological memoirs*. Beijing: Geol. Publ. House, 1989. Ser. 1. № 10. 698 p.
 107. Sonder R.A. Die Lineament tectonic und ihre problem // *Ed. Geol. Helv.* 1938. V. 31, N 1. P. 199–238.
 108. Takeuchi A. Pacific swing: Cenozoic episodicity of tectonism and volcanism in Northeastern Japan // *Memoir of the Geol. Soc. of China*. 1986. № 7. P. 233–248.
 109. Wakita K. Accretionary tectonics in Japan // *Bull. of Geol. Surv. of Jap.* 1989. V. 40, N 5. P. 251–253.
 110. Whitney M.I. Aerodynamic and vorticity erosion of Mars. Part II. Vortex features, related systems and some possible global patterns of erosion // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1979. Part I. V. 90. P. 1128–1143.
 111. Xu Jiawei, Tong Weixing, Zhu Guang et al. An outline of the pre-Jurassic tectonic framework of East Asia // *Journ. of Southeast Asian Earth Sci.* 1989. V. 3, N 1–4. P. 29–45.

In the article fundamental problems of Geotectonics are considered from new positions, based on modern data: 1. All tectonic dispositions are, in the main, three-dimensional, and they contain both vertical and horizontal speed of movement components. 2. In various geological processes one or another tectonic pressure can dominate, and, dependent on it, corresponding movements and structures form. 3. In most cases tectonic movements are accompanied by the magmatic activity (the process of tectonic-magmatic activation). 4. Tectonic movements are caused by rotation, gravity, space, radioactive warming up and the heat produced at the tectonic spheres interaction. 5. Horizontal movements are the dominant structure-forming factor on the Earth. 6. Vortical structures, representing a basic type of the earthly tectonic elements, are a combination of vertical and horizontal tectonic dislocations.

Key words: tectonics, geodynamics, structural dislocation.