

ВИХРЕВЫЕ ДВИЖЕНИЯ И СТРУКТУРЫ: ФИЗИЧЕСКИЙ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ

А.В. Викулин

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006;
e-mail: vik@kscnet.ru*

Введение: становление представлений о вихревых движениях. Представления о вихревом движении были заложены в Элладу Анаксимандром, Левкиппом, Демокритом из Абдери и Эпикуром из Самоса в VI-IV вв. до н.э. Обсуждая проблему бесконечного, Демокрит разрабатывал учение о движении – как о движущихся в пустоте «вихревых атомах», создающих наблюдаемое разнообразие Природы [3, с. 556; 42, с. 7]. Первые интуитивные качественные модели устройства нашего мира, в основе которых были заложены представления о вихревом движении материи, были созданы Р. Декартом и И. Кантом в XVII-XVIII вв. [2, с. 52; 27]. Создание теории вихревой материи трудами Г.Л.Ф. Гельмгольца, В. Томсона (лорда Кельвина), Г.Р. Кирхгофа, П.Г. Дирихле, Ю.В. Дедекинды, Б. Римана, В. Гребли, Дж. Дж. Томсона, А.М. Ляпунова, А. Пуанкаре и другими исследователями было осуществлено в середине XIX – начале XX вв. Школой Дж. Дж. Томсона при простых предположениях было получено выражение квантового вихревого кольца, которое совпало с известным законом Планка: $E = h\nu$, а в 1903 г., за два года до А. Эйнштейна, Дж. Томсон, исходя из вихревой теории эфира и из совершенно других предпосылок, чем А. Эйнштейн, показал, что $E = mc^2$ [10; 20, с. 131-132].

Как видим, идея вихревого движения, угаданная в мистическом хаосе греческими и итальянскими философами-материалистами и активно на интуиции поддержанная и развитая Р. Декартом и И. Кантом, Г.Ф. Гельмгольцем, лордом Кельвином, Дж. Дж. Томсоном и другими исследователями в рамках классической физики была доведена до законченной теории, которая содержит в себе наиболее важные элементы и квантовой механики и теории относительности. Возможность определения квантовых вихревых свойств окружающего нас мира в рамках классической физики, очевидно, указывает на то, что и «квантованность» и «завихренность» являются изначально неотъемлемыми свойствами пространства-времени-материи.

Физика вихревых движений. Спин, как собственный момент частицы – квантовое число. Согласно современным данным спин, как внутренняя степень свободы элементарной частицы, является таким же первичным ее свойством, как масса и заряд [50, с. 25]. Однако спин, в отличие от других первичных параметров частицы, имеет исключительно квантовую природу [51, с. 713], не имеет никаких классических аналогов и не допускает интерпретации классического характера [30, с. 234]. В квантовой механике понятие спина становится в особенности глубоким, делаясь, по существу, основным содержанием момента, вопрос о его происхождении становится несущественным, приобретая смысл квантового числа [29, с. 234-235].

Обзор становления и развития концепции спина [10] показал, что классические представления о собственном механическом моменте сыграли важную роль при формулировке представлений о спине как чисто квантовой величине. Именно под давлением экспериментальных фактов, рассматривая электрон как классическое тело конечной протяженности, Дж. Уленбек и С. Гаудсмит формальным образом предложили гипотезу существования у электрона собственного момента [4, с. 180], который логикой квантовой механики и был превращен в спин.

«Ценой» такого превращения классического собственного момента в спин, т.е. квантовое число, как можно видеть, является отказ от поиска в рамках квантовой механики *источника вихревого движения*. Вихревые движения, как уже турбулентные движения макрообъемов среды, стали предметом исследования газо- и гидродинамики. Другими словами, введение концепции спина – собственного момента элементарной частицы, задачу древних греков и италийцев об источнике вихревого движения сначала сделало проблемой квантовой механики, а затем, обозначив спин квантовым числом, по сути, вывела ее вообще за рамки физики.

Успехи гидродинамики, в том числе и «нетрадиционные». В 20-30 гг. XX в. Н.Е. Коцин получил решения уравнений движения сжимаемой жидкости на вращающейся Земле и определил условия образования на поверхностях раздела воздушных масс волны, переходящей в циклон – воздушный вихрь, перемещающийся в атмосфере.

Вторая мировая война в значительной степени стимулировала разработку принципиально новых научно-технических установок, включая ядерное оружие и космическую технику. В концлагере гитлеровской Германии с вихревыми потоками работал В. Шауберг, который обнаружил, что при определенных условиях (конусообразная форма вихря, скорость, температура и др.) поток становится самоподдерживающимся и его энергию можно использовать. Он разработал диск Белонце, который потреблял в качестве топлива только воду и воздух. В 1945 г. диск Белонце совершил свой первый полет, поднявшись за 3 мин. на высоту 15 тыс. м и при горизонтальном полете достиг скорости 2200 км/час. Этот аппарат был уничтожен в конце войны и не восстановлен. Автор заявил, что его открытие принадлежит будущему [36, с. 95].

В 70-80 гг. XX в. практики гидроэнергетики подметили, что турбины с горизонтально расположенной осью, вырабатывают на 15-20% энергии больше, чем с вертикально расположенной осью. Вместе с тем было установлено, что в ускоряемом потоке воды происходит ее самопроизвольное охлаждение с превращением части запасенной в воде тепловой энергии в энергию движения потока [39, с. 52-53]. Из анализа такого рода многочисленных фактов был сделан вывод, что в природе при определенных условиях, предположительно при условии вихревого закручивания потока, реализуется процесс прямого преобразования теплоты потока в его кинетическую энергию [36, с. 70].

В начале XXI в. при достаточно общих предположениях получено решение для вихревого механизма, создающего атмосферные смерчи и ураганы с гигантскими энергиями [24]. Основная идея полученного нового решения сводится к следующему. При формировании газового вихря на микроуровне происходит самопроизвольное с понижением температуры макрообъема, преобразование потенциальной энергии давления окружающего вихрь газа в кинетическую энергию вращения вихря. При этом соблюдается закон постоянства момента количества движения, и чем сильнее сжато тело вихря, тем больше в него закачивается энергии из окружающей среды. Тороидальный вихрь окружен пограничным слоем газа, в котором температура и вязкость понижены по сравнению с температурой и вязкостью окружающей среды. Винтовой тороидальный вихрь газа в процессе образования концентрирует в себе энергию окружающей среды и является, таким образом, природным механизмом по преобразованию потенциальной атомно-молекулярной микроквантовой энергии газовой среды в кинетическую энергию вращения макроскопического вихря [2, с. 178-179].

Как видим, и теоретические и практические результаты, полученные в рамках классической гидродинамики, указывают на наличие механизмов, обеспечивающих перекачку атомно-молекулярной, по сути - квантовой, энергии в кинетическую энергию вращения макроскопического вихря. Эти данные дают все основания для продолжения построения вихревой теории материи в рамках классической (неквантовой) физики.

Вихревая геодинамика. *Основные вехи.* Работами китайского геолога Ли Сы-гуана [31, 59], японских исследователей [40, 57], российских геологов О.И. Слензака [46], И.В. Мелекесцева [35], А.П. Кулакова [28] и других было обосновано существование

вихревых, кольцевых, спиральных и т.п. структур. В последние годы наблюдался «рутинный» сбор данных о таких «непрямолинейных» структурах, многочисленные и разного размера примеры которых были установлены для различных частей планеты [17, 41]. И, что является важным в контексте настоящей работы, наличие таких структур и соответствующих им упругих полей кручения было достаточно убедительно продемонстрировано на геологическом и геофизическом материале и обосновано физически [9, 17, 18, 41, 52, 55]. Все эти данные доказывают исключительную важность вихревых структур и формирующих их упругих полей для геологических построений.

Формулировка гипотезы об источнике вихревых движений в геологии. 1961 г. Выход в свет фундаментальной работы геолога А.В. Пейве [38], следующие три важных момента которой являются наиболее важными. Во-первых, в работе автор за 18 лет до М.А. Садовского обосновывает *блоковое строение* геологической среды. Во-вторых, анализируя ее структуру и движение, приходит к новому, фантастическому по тем (да и по нынешним, пока, тоже) временам механизму движения коры - *собственному источнику движения блока*. При этом каждый структурно обособленный, более или менее цельный однородный блок имеет свой собственный «потенциал» перемещения», в чем и «заключается главная особенность тектонических движений». В-третьих. «*Тектонические силы и вектор необратимых тектонических движений являются «врожденными» извечными свойствами нашей и, вероятно, других планет и связаны не с процессами развития вещества внутри каждой планеты, а с более общими законами движений космических тел. ... Геологи должны поставить вопрос перед астрономами и астрофизиками о том, что даже за относительно короткий период неогейского мегахрона, продолжительностью около 1 млрд. лет, вероятно, происходит эволюция гравитационного поля солнечной системы».* (Курсив везде А.В.).

1969 г. Выход в свет первого издания фундаментального труда Л.И. Седова «Механика сплошной среды» [44]. В этой работе, в частности, обосновывается важная для физики и геологии концепция *момента количества движения конечного объема сплошной среды* [44, с. 146-148, 504-530].

1979-1986 гг. Выход в свет основных работ М.А. Садовского с сотрудниками [43], посвященных созданию модели блоковой геофизической среды, в рамках которой предпринимается попытка построения «геомеханического» сейсмического процесса. Модель строится на основании установленного М.А. Садовским с сотрудниками иерархического свойства горных пород, которое наблюдается в пределах 12-14 порядков размеров. Отличительной особенностью таких моделей является сильная нелинейность дифференциальных уравнений, с помощью которых должен описываться сейсмический процесс [34].

90-е гг. XX в. Развивая концепцию блоковой среды, ученики А.В. Пейве пришли к выводу о том, что геологическая среда является нелинейной и самоорганизующейся и, вследствие этого, ее движение может быть представлено в виде тектонического течения с неоднородными деформациями, *ненулевыми дивергенциями и вихрями* [33].

К этому же периоду относятся и первые попытки интерпретации геодинамической роли «собственного» вращательного движения и «космического фактора», предпринятые в рамках количественных геодинамических моделей, разрабатываемых в работах [17, 18, 41]. В рамках таких представлений «самостоятельной движущей силой блока» земной коры может быть только его *собственный*, по сути, *макроскопический, момент* по Седовой Л.И. [44, с. 146-148, 504-530].

Приведенные данные показывают, что самосогласованное тектоническое течение [33] возможно в том случае, когда взаимодействие упругих полей, возникающих вокруг блоков с собственными моментами, будет иметь дальний, как и при спин-спиновом взаимодействии частиц в квантовой механике порядок.

Вихревые упругие ротационные поля. Исходные данные. 1923-2006 гг. Отмечены распространяющиеся по поверхности Земли из очагов достаточно сильных землетрясе-

ний визуально видимые «горбы» (Япония, 1923, $M_S = 8,2$ [63]); Камчатка, 1959, $M_S = 7,6$ [53]; Чили, 1960, $M_W = 9,5$ [60]; Мехико, 1985, $M_S = 8$ [61] и многих других [54]) или «земляные волны» [54]. Такие движения представляют собой, по сути, гравитационные волны (траектория движения частиц среды в которых происходит по эллипсу в сторону, противоположную направлению распространению волны), теория которых построена в работе [62].

В рамках классической теории упругости такие движения в однородном (не блоком) твердом теле невозможны. В таком контексте становится понятным, почему вихревые геологические структуры, выделяемые на поверхности Земли, сложенной «твердым» материалом земной коры и/или литосферы, с самого момента своего открытия в течение уже многих десятков лет не являются предметом науки - они, в соответствии с законами физики, не должны существовать.

8.12.1988 г. Спитакское (Армения) разрушительное землетрясение [23]. Многочисленные свидетельства крутильных колебаний поверхности грунта при землетрясении отчетливо проявились массовыми поворотами архитектурных памятников и надгробных камней и характерными разрушениями торцевых и центральных частей зданий и сооружений [2, 23, 26]. В большом количестве поворотные движения наблюдались и при землетрясениях в других местах планеты [21, 22].

1995 г. В.Н. Николаевский [37] в рамках математической модели *поворачивающихся блоков* показал принципиальную возможность получения *сильно нелинейного* Синус-Гордона уравнения движения, допускающего *решения в виде уединенных волн - солитонов*.

1999 г. Экспериментально зарегистрированы колебания крутильной поляризации при землетрясении Ch-Chi (Тайвань), 1999 г., $M = 6,9$ [58]. Многочисленные доказательства присутствия в сильных движениях грунта интенсивной вращательной компоненты приведены в работе [52].

Возможный путь построения теории. 1993 г. В работе [18] разрабатывается новый взгляд на физику Земли и геодинамику с точки зрения последних достижений в области физики вакуума, астрофизики, реологии горных пород и физической химии. Формулируются основы новой геодинамической парадигмы, связанной с различными уровнями неустойчивости материи, динамика которых описывается на основе представлений о новом физическом поле – поле инерции. Показывается, что такое поле претендует на роль первичного квантового поля, а характерные движения геологической среды в полях инерции приводят к различным типам вихревых и винтовых структур. В рамках такого подхода показывается, что, во-первых, образование диссипативной геологической структуры соответствует переходу системы в состояние устойчивого равновесия; другими словами: равновесие геологической среды достигается рождением новой структуры. Во-вторых, динамика кристаллического вещества Земли (коренные горные породы) имеет макроквантовый характер. В-третьих, в рамках построенной в [18] теории, в основе которой заложены макроквантовые уравнения Г.И. Шипова [55], оказывается возможным конкретизировать понятие самой геологической структуры и предложить формальный аппарат для ее описания. В результате движение геологической среды, по сути, является результатом развития протекающих в ней процессов самоорганизации. В-четвертых, существует новый, неизвестный ранее тип взаимодействия между геологическими структурами, «дальнодействующий» характер которого определяется моментами собственного количества движения геологических структур (как и спин-спиновое взаимодействие в квантовой механике, которое определяется спинами частиц). Физические поля, осуществляющие такое взаимодействие, в современной литературе принято называть торсионными полями, или полями кручения.

1997-1998. В рамках классической теории упругости с симметричным тензором напряжений [13, 14], во-первых, аналитически решена задача о поле упругих напряжений, возникающем вокруг поворачивающегося под действием собственного момента блока

геофизической среды. Во-вторых, аналитически решена задача о поле упругих напряжений вокруг двух отстоящих друг от друга блоков, поворачивающихся под действием своих собственных моментов; определено взаимодействие блоков и показан его дальнедействующий характер. И, в-третьих, феноменологически решена задача о поле упругих напряжений вокруг цепочки блоков с собственными моментами. В результате построена ротационная упругая модель сейсмического процесса, как процесса, протекающего в пределах сейсмического пояса.

2000. В рамках ротационной модели показано, что результатом взаимодействия блоков геофизической среды являются сильно нелинейные волны деформации солитонного типа [12].

2001. Дано объяснение эффекту миграции землетрясений [6].

2001-2002. В рамках ротационной упругой модели дано количественное объяснение нутации полюса Земли (колебаниям Чандлера), что указывает на наличие прямой причинно-следственной связи между сейсмическим планетарным процессом, протекающим в тектонических активных поясах, и вращением планеты [15, 64].

2002. Показано, что уединенные тектонические волны, ответственные за взаимодействие блоков геофизической среды, имеют циркулярную поляризацию [7].

2003. В рамках ротационной упругой модели сейсмического процесса построена принципиально новая модель очага землетрясения, позволяющая объяснять эффекты, связанные с взаимодействием очагов друг с другом: эффекты миграции землетрясений, удаленные форшоки и афтершоки, землетрясения-дуплеты и пары землетрясений [8].

2005. Показано, что взаимодействие тектонических плит описывается теми же решениями, которые получаются в рамках ротационной модели блоков с собственными моментами. Другими словами, напряженное состояние всей поверхности (вращающейся!) Земли представляет собой ротационное циркулярно поляризованное упругое поле, создаваемое взаимодействующими между собой геофизическими блоками и тектоническими плитами с моментами [48].

Показано, что ротационные вихревые поля во вращающихся твердых блоковых телах могут быть описаны в рамках задачи Дирихле о равновесной и остающейся в каждый момент эллипсоидальной форме капли гравитирующей вращающейся жидкости, поле скоростей которой прямо пропорционально координатам [9].

2007. В рамках ротационной упругой модели предложен способ количественного определения энергии тектонического процесса [16].

2008. Для твердых вращающихся геофизических сред обосновано существование принципиально нового типа ротационных упругих волн, ответственных за «моментное» взаимодействие слагающих их блоков [11].

Как видим, анализ геодинамического материала с различных точек зрения указывает на то, что самые различные природные процессы имеют макроквантовый «вихревой» характер. Описание таких процессов возможно с использованием представлений о поле инерции. Характерными движениями геологической среды в таких полях являются вихревые и винтовые структуры, дальнедействующие взаимодействия которых описываются физическими торсионными полями (полями кручения).

Концепция блоковой с собственными моментами геологической среды в смысле Пейве-Седова-Садовского соответствует макроквантовому описанию.

В рамках Пейве-Седова-Садовского концепции геологической среды удастся количественно объяснить нутацию полюса Земли (колебания Чандлера) и миграцию землетрясений, построить принципиально новую модель очага землетрясения, концептуально определить энергию тектонического процесса планеты и обосновать существование нового типа ротационно-упругих волн в твердых блоковых вращающихся (и геологических и геофизических) средах.

Т.о., макроквантовый «вихревой» подход в совокупности с Пейве-Седова-Садовского концепцией геологической среды, рассматриваемой в рамках ротационной

модели, оказался достаточно перспективным и плодотворным с точки зрения геодинамики. Это позволяет основное физическое предположение концепции, предположение Пейве-Седова о существовании у блоков геологической среды собственных моментов, считать физически обоснованным.

Заключение: кризис в физике и геологии и возможные пути выхода из него.

После того, как в конце 20-х гг. XX века были сформулированы основные принципы квантовой механики, физики-теоретики разделились на две «большие» и по количеству и по «силе» примерно равные группы: «детерминистскую» - «Бог не играет в кости!» группу А. Эйнштейна, куда вошли М. Планк, Луи де Бройль и Э. Шредингер, и «вероятностную» группу Н. Бора, куда вошли В. Гейзенберг, М. Борн и П. Дирак. Уже сам факт появления таких групп указывает на глубокий кризис в понимании физической реальности окружающего нас мира [20], который продолжается уже более полувека.

Возможные пути выхода из сложившегося кризиса можно искать в двойственной природе материи, установленной Луи де Бройлем [20, с. 244-246], который в 1924-1925 гг. писал: «Идея о глубокой взаимосвязи двух великих принципов Геометрической оптики и Динамики могли бы стать ценным руководством для реализации синтеза волн и квантов. ... Квант действия служит соединительным звеном между корпускулярным и волновым представлениями о материальных частицах. ... Таким образом, можно приписать электрону или вообще всем частицам, подобно фотонам, двойственную природу, наделить их волновыми и корпускулярными свойствами, связанными между собой квантом действия» [5, с. 135-137].

В связи с таким подходом к проблеме материи А. Эйнштейн [56, с. 489, 496-497] заметил: «... допуская, что излучение можно рассматривать как газ из квантов, мы обязаны признать, что аналогия между газом из квантов и газом из молекул должна быть полной. ... думаю, что здесь речь идет не только о простой аналогии ... можно полагать, что каждому движению соответствует волновое поле, подобно тому, как в оптике волновое поле излучения соответствует движению световых квантов. Это волновое поле – *пока еще неизвестной физической природы* – в принципе должно оказывать свое влияние на движение» (курсив А.В.).

Такое направление исследований впоследствии получило название теории квазичастиц (почти элементарных частиц), которая описывает свойства макроскопических по размерам частиц. Теория существенным образом опирается на вывод: «спиновые свойства элементарных частиц играют огромную роль как в области микропроявлений, так и в поведении макроскопических тел. Последнее обстоятельство связано с тем, что спин непосредственно определяет статистические свойства систем, построенных из квантовых частиц» [30, 1971, с. 236]. Используя такой подход Л.Д. Ландау в 1947 г. была построена теория, объясняющая сверхтекучесть гелия II (Нобелевская премия 1962 г.). Концепция момента количества движения конечного объема сплошной среды, как уже отмечалось, была в 1969 г. обоснована Л.И. Седовым [44, с. 146-148, 504-530]. Применимость такого подхода для геодинамических построений, фактически, была обоснована в работе [18]. Все такого рода представления, которые в нашем случае включают микроквантовые представления квантовой механики и макроквантовые геодинамические представления, по сути, и были положены в основу теории квазичастиц, начало создания которой принято связывать с работой [32].

Полученные в последние годы результаты, в принципе, подтверждают правильность такого макроподхода к решению проблемы природы источника микровращений. Действительно, в работе [25] было получено принципиально новое вихревое решение для классической задачи об электрическом поле электрона. В работе [55] было показано, что материя представляет собой имеющие конечные размеры сгустки поля инерции, которые, по сути, представляют собой *поля кручения*. И, что является особенно важным в контексте настоящей работы, наличие таких полей кручения было достаточно убедительно продемонстрировано на геологическом и геофизическом материале [18]. Близ-

кие, по сути, вихревые геологические и геофизические структуры в большом количестве были выявлены и описаны в научных публикациях (число которых составляет многие десятки, если не сотни), выполненных в течение последних десятилетий большим числом исследователей разных специальностей [17, 41].

Период окончания становления квантовой механики (1925-1930) и начало кризиса в физике (1927-1929) совпадают по времени с открытием в 1928 г. Ли Сы-гуаном нового типа движений в геологии – вихревых структур. Такое совпадение во времени представляется неслучайным.

С конца 20-х гг. XX в. и до настоящего времени вихревая геодинамика не только никак не сформировалась, как наука, но и даже никак не обозначилась. Более того, в настоящее время последняя парадигма геологии – Новая глобальная тектоника, находится в состоянии кризиса, в основном, по причине не учета ею эффектов вращения планеты [47, 49]. Приведенные в работе данные показывают, что изучение вихревых геологических планетарных структур, развивающихся в течение протяженных геологических эпох и «невозможных» с точки зрения законов нынешней физики, вне всякого сомнения, может в дальнейшем подсказать ключ к решению проблемы источника вихревого микроскопического движения и проблемы природы спина.

Для объяснения энергетики Солнца его гравитационным сжатием, в конце XIX в. лордом Кельвином, когда стало ясно, что химическое горение не обеспечивает достаточной мощности и длительности излучения, было предложено Кельвиновское сжатие. Кельвиновский механизм «давал» Солнцу 30 млн. лет жизни. Сторонники Кельвина не верили в геологические данные о куда большем возрасте Земли, считая это *проблемой геологии*. В 1930-х гг. теория термоядерного синтеза предложила новый источник энергии звезд, а радиоизотопный метод определил возраст Земли в более чем 4,2 млрд. лет. Теория же Кельвина в настоящее время объясняет первичный разогрев протозвезд до начала в них ядерного синтеза [45, с. 128].

Приведенный пример лишней раз доказывает уже давно ставшую очевидной истину: не может существовать кризиса только в физике и/или только в геологии! «Размежевание» натурфилософии на естественные науки, в том числе, на физику и геологию, произошло не так уж и давно, в XVII-XVIII в. [19, с. 256-266]. Поэтому «совпадение» во времени кризисных явлений в физике и появление принципиально новых данных о движении среды в геологии с точки зрения истории науки является вполне естественным и ожидаемым событием. Примеров тому история науки знает большое множество.

Данные геологии, убедительно показывающие как существование вихревых структур, так и связанных с ними ротационного упругого планетарного поля, как видим, могут оказаться не просто полезными, а, в принципе, необходимыми как при решении проблемы источника макро- и микровращений, так и, вероятно, для преодоления кризиса и в физике и в геологии [17, 41].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аносов Г.И., Константинова Т.Г., Делемень И.Ф.* Некоторые сведения о крутильных деформациях при землетрясениях в связи с развитием методов сейсмического микро-районирования и усиления зданий // Вихри в геологических процессах / Ред А.В. Викулин. Петропавловск-Камчатский: КГПУ. 2004. С.246-252.
2. *Ацюковский В.А.* Общая эфиродинамика. М.: Энергоатомиздат, 2003. 584 с.
3. *Боголюбов А.Н.* Математики. Механики. Библиографический справочник. Киев: Наукова Думка, 1983. 640 с.
4. *Борн М.* Атомная физика. М.: Мир, 1967. 494 с.
5. *Бройль Л.* Революция в физике. М.: Атомиздат, 1965. 232 с.
6. *Викулин А.В.* Миграция и осцилляции сейсмической активности и волновые движения земной коры // Проблемы геодинамики и прогноза землетрясений. I Российско-

- Японский семинар. Хабаровск, 26-29 сент., 2000. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2001. С. 205-224.
7. Викулин А.В. Уединенные тектонические волны поворотной деформации как результат вращения планеты // Геофизический журнал. 2002. № 4. Т. 24. С. 90-101.
 8. Викулин А.В. Физика волнового сейсмического процесса. Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2003. 150 с. <http://www.kscnet.ru/ivs/monograph/vikulin/index.html>
 9. Викулин А.В. Ротационные упругие поля в твердых телах и вихревые решения проблемы Дирихле: тождественные системы? // Вестник КРАУНЦ. Серия Науки о Земле. 2005. № 2. Вып. № 6. С. 86-95. http://www.kscnet.ru/kraesc/2005/2005_6/2005_6.html.
 10. Викулин А.В. Хроника развития естественнонаучных представлений о ротационных и вихревых движениях // Вестник КамчатГТУ. 2007. Вып. 6. С. 64-77.
 11. Викулин А.В. Энергия и момент силы упругого ротационного поля геофизической среды // Геология и геофизика. 2008. № 6. С. 559-570.
 12. Викулин А.В., Быков В.Г., Лунева М.Н. Нелинейные волны деформации в ротационной модели сейсмического процесса // Вычислительные технологии. 2000. Т. 5. № 1. С. 31-39.
 13. Викулин А.В., Иванчин А.Г. Модель сейсмического процесса // Вычислительные технологии. 1997. Т. 2. № 2. С. 20-25.
 14. Викулин А.В., Иванчин А.Г. Ротационная модель сейсмического процесса // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 6. С. 95-103.
 15. Викулин А.В., Крелевец А.Н. Чандлеровское колебание полюса и сеймотектонический процесс // Геология и геофизика. 2001. № 6. С. 996-1006.
 16. Викулин А.В., Тверитинова Т.Ю. Энергия тектонического процесса и вихревые геологические структуры // Доклады РАН. 2007. Т. 413. № 3.
 17. Вихри в геологических процессах / Ред. А.В. Викулин. Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2004. 297 с. http://www.kscnet.ru/ivs/publication/whirlwinds/kniga_2.htm.
 18. Дмитриевский А.Н., Володин И.А., Шипов Г.И. Энергоструктура Земли и геодинамика. М.: Наука, 1993. 154 с.
 19. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики. С древнейших времен до конца XVIII века. М.: ДомКнига, 2007а. 352 с.
 20. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики. С начала XIX до середины XX вв. М.: ДомКнига, 2007б. 320 с.
 21. Егунов К.В. Проблемы проектирования на сейсмостойкость протяженных и несимметричных сооружений // Сейсмостойкое строительство. 2000. № 1. С. 23-30.
 22. Жунусов Т.Ж., Кузьмина Н.В., Токмаков В.А., Харин Д.А. Поворотные колебания высотного здания // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 21. М.: Наука, 1980. С. 112-116.
 23. Землетрясения – уроки и проблемы // Природа. 1989. № 12. 128 с.
 24. Иванчин А.Г. Движущие силы смерча // Вихри в геологических процессах / Ред. А.В. Викулин. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2004. С. 269-273.
 25. Иванчин А.Г. Непотенциальное вихревое решение задачи об электроне // Ротационные процессы в геологии и физике / Ред. Е.Е. Милановский. М.: ДомКнига, 2007. С. 211-218.
 26. Клячко М.А. Землетрясения и мы. СПб: РИФ «Интеграф», 1999. 234 с.
 27. Кудрявцев П.С. История физики. Т. 1. М.: Учпедгиз, 1956. 564 с.
 28. Кулаков А.П. Морфоструктуры Востока Азии. М.: Наука, 1986. 176 с.
 29. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Наука, 1974. 752 с.
 30. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т. II. М.: Наука, 1971. 936 с.
 31. Ли Сы-гуан. Вихревые структуры Северо-Западного Китая. М.-Л.: Госгеолтехиздат. 1958. 132 с.
 32. Лифшиц Е.М. Сверхтекучесть (теория) // Гелий / Ред. А.И. Шальников. М.: Изд-во «Иностр. лит-ры», 1949. С. 385-429.
 33. Лукьянов А.В. Нелинейные эффекты в моделях тектогенеза // Проблемы геодинамики литосферы / Ред. А.В. Лукьянов. М.: Наука, 1999. С. 253-287.
 34. Любушин А.А. (мл). Иерархическая модель сейсмического процесса // Физ. Земли. 1987. № 11. С. 43-52.

35. Мелекесцев И.В. Вихревая вулканическая гипотеза и некоторые перспективы ее применения // Проблемы эндогенного магматизма. М.: Наука, 1979. С. 125-155.
36. Николаев Г.В. Тайны электромагнетизма и свободная энергия. Томск: ООО «НТЦ НЭД», 2002. 150 с.
37. Николаевский В.Н. Математическое моделирование уединенных деформационных и сейсмических волн // Докл. РАН. 1995. Т. 341. № 3. С. 403-405.
38. Пейве А.В. Тектоника и магматизм // Изв. АН СССР, сер. геологическая, 1961. №3. С. 36-54.
39. Потапов Ю.С., Фоминский Л.П., Потапов С.Ю. Вихревая энергетика и холодный ядерный синтез с позиции теории вращения. Кишинев-Черкассы: Око-Плюс, 2000. 352 с. <http://www.fund-ckip.ru/books/Potapov/1.html>
40. Рикитаке Т. Геодезические и геологические данные о японской островной дуге и ее обрамлении // Окраины континентов и островные дуги. М.: Мир, 1970. С. 216-236.
41. Ротационные процессы в геологии и физике / Ред. Е.Е. Милановский. М.: ДомКнига, 2007. 528 с. www.kscnet.ru
42. Савенко В.С. Что такое жизнь? Геохимический подход к проблеме. М.: ГЕОС, 2004. 203 с.
43. Садовский М.А. Геофизика и физика взрыва. Избранные труды. М.: Наука, 2004. 440 с.
44. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1. М.: Наука, 1973. 536 с.
45. Сергеев А. Почему мы доверяем науке? // Вокруг Света. 2008. № 3. С. 120-128.
46. Слензак О.И. Вихревые системы литосферы и структуры докембрия. Киев: Наукова Думка, 1972. 182 с.
47. Спорные аспекты тектоники плит и возможный альтернативы / Ред В.Н. Шолпо. М.: ИФЗ РАН, 2002. 236 с.
48. Тверитинова Т.Ю., Викулин А.В. Геологические и геофизические признаки вихревых структур в геологической среде // Вестник КРАУНЦ. Серия Науки о Земле. 2005. № 5. С. 59-77. http://www.kscnet.ru/kraesc/2005/2005_5/2005_5.html.
49. Тяпкин К.Ф. О кризисе в современной геотектонике и возможности выхода из него // Геофизика. 2003. № 5. С. 70-72.
50. Ферми Э. Квантовая механика. М.: Мир, 1968. 368 с.
51. Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983. 928 с.
52. Халчанский С.А. Проблема регистрации угловых перемещений в сейсмологии // Сейсмические приборы. Вып. 30. М.: ОИФЗ РАН. 1998. С. 80-82.
53. Чермных Г.П. Землетрясение у берегов Камчатки 4 мая 1959 г. // Бюлл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1960. № 11. С. 6-17.
54. Шебалин Н.В. Количественная макросейсмика (фрагменты незавершенной монографии) // Вычислительная сейсмология. Выпуск 34. М.: ГЕОС, 2003. С. 57-200.
55. Шипов Г.И. Теория физического вакуума. М.: Кириллица-1, 2002. 128 с.
56. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 3. М.: Наука, 1966. 632 с.
57. Fujiwhara S., Tsujimura T., Kusamitsu S. On the Earth-vortex, Echelon Faults and allied Phenomena // Gerlands Beiträge zur Geophysik, zweite Supplementband. 1933. P. 303-360.
58. Huang B.S. Evidence for azimuthal and temporal variations of the rupture propagation of the 1999 Chi-Chi Taiwan, earthquake from seismic data recorded by a dense array // Geophys. Res. Lett. 2001. 28. P. 3370-3380.
59. 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.
60. Lomnitz C. Some observations of gravity waves in the 1960 Chile earthquake. // Bull. Seism. Soc. Am. 1970. 59. P. 669-670.
61. Lomnitz C. Mexico 1985: the case for gravity waves // Geophys. J. Letter. 1990. v. 102. P. 569-572.
62. Lomnitz C., Castanos H. Earthquake hazard in the valley of Mexico: entropy, structure, complexity // Earthquake source asymmetry, structural media and rotation effects / Eds. R. Teisseyre, M. Takeo, E. Majewski. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006. P. 347-364.
63. Matuzawa T. On the possibility of gravitational waves in soil and allied problems // J. Inst. Astr. Geophys. 1925. 3. P. 161-174.
64. Vikulun A.V., Krolevets A.N. Seismotectonic processes and the Chandler oscillation // Acta Geophys. Polonica. 2002. V. 50. № 3. P. 395-411.

VORTEX MOTIONS AND VORTEX STRUCTURES: PHYSICAL AND GEOLOGICAL ASPECTS OF THE PROBLEM

A.V. Vikulin

*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatskii,
e-mail: vik@kscnet.ru*

Physical and geological aspects of vortex motions in historical evolution are considered. The hypothesis of vortex motion source is formulated. The way out the crisis in Physics and Geology is suggested.