

Литовченко И.Н.¹, Сомсиков В.М.²
¹ Институт сейсмологии, Алматы, РК
² Институт ионосферы, Алматы, РК

О ВЗАИМОСВЯЗИ ЭНДОГЕННОЙ И ЭКЗОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ (КОНВЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА СОЛНЦЕ, В АТМОСФЕРЕ И ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ) В ПЕРИОДЫ СЕЙСМОАКТИВНОСТИ

Аннотация: Рассматриваются взаимосвязи эндогенной и экзогенной активности (конвективных процессов, происходящих на Солнце, в атмосфере и поверхности Земли) в периоды сейсмоактивности. На основе анализа конвективных процессов и их фрактальных структур в атмосфере и сейсмической среде выделен гипотетический аттрактор и предложено объяснение его возникновения.

Ключевые слова: эндогенная и экзогенная активность, конвективные процессы, фрактальные структуры, сейсмичность

Введение

Существует широкий ряд публикаций, в которых авторы исследуют взаимодействие процессов эндогенной и экзогенной активности. В частности, взаимосвязи между сейсмичностью Земли, конвективными процессами, происходящими на Солнце, в атмосфере и др. [1-24].

Собрав данные за два года наблюдений Солнца, удалось сопоставить время прохождения сейсмических волн в разных направлениях [25]. «Оно зависит не только от свойств вещества (сжатой плазмы внутри Солнца), но и от того, в каком направлении и с какой скоростью это вещество движется: схожий эффект на Земле проявляется при распространении волн в атмосфере. Вычисления показали не только наличие конвективных потоков в глубине Солнца, но и то, что эти потоки образуют двухэтажную структуру» [25]. Простые модели структур на Солнце указывали на то, что внутри Солнца есть лишь один ярус конвективных ячеек: нагретая плазма поднимается снизу, проходит некоторое расстояние по горизонтали вблизи поверхности, отдает тепло и затем опускается вниз. Новые результаты анализа свидетельствуют о двухэтажной конвекции и о том, что на глубине около 125 тысяч километров происходит теплопередача от одного

замкнутого потока другому. В работе ученых [25] средняя скорость движения плазмы составляет 15 метров в секунду. То есть, полный цикл плазма проходит за несколько лет [25]. Очевидно, что конвективные потоки плазмы на Солнце играют ключевую роль в формировании его магнитного поля. Магнитное поле также связано с корональными выбросами и вспышками, с солнечными пятнами. Таким образом, гелиосейсмография позволяет понять структуры динамических процессов в глубине Солнца, связав их с наблюдаемыми с помощью телескопов поверхностными структурами Солнца. В целом, это раскрывает картину динамики Солнца [25].

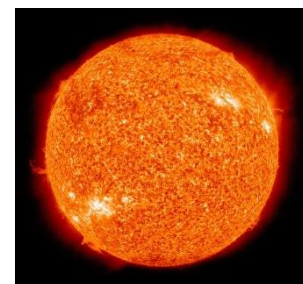


Рисунок 1 - Фотография Солнца в ультрафиолетовом участке спектра, изображённая в «ложных цветах». Получена Обсерваторией солнечной динамики [26]

Несколько ранее на основе большого статистического материала и фрактального анализа нами также была предложена гипотеза о существовании ячеек Бенара в сейсмической среде на Земле [1,2]. Известно, что физика ячеек Бенара исследовалась в экспериментах нагреваемой жидкости, в тонком слое вязкой жидкости (масла) и т.п. Наиболее наглядным примером диссипативной конвективной структуры служит тонкий слой масла [7, 10], заключенный между двумя параллельными пластинами, медленно нагреваемый снизу. В такой системе управляющим параметром служит градиент температуры. При малых значениях градиента температуры жидкость находится в непосредственной близости от термодинамического равновесия. Подводимое тепло снизу отводится посредством теплопередачи. При увеличении достижения критического значения градиента температуры, термодинамическое равновесие нарушается. В результате возникает макроскопическое коллективное движение жидкости. Более нагретые участки жидкости, находящиеся ближе к источнику тепла, расширяются и, подчиняясь подъемной силе Архимеда, поднимаются вверх. Здесь они охлаждаются и вновь опускаются вниз. Подъемной силе противостоят сопротивление внутреннего трения и тепловая диффузия, которые стремятся выровнять температуру и плотность нагретого участка жидкости с температурой и плотностью окружающей среды [7,10, 16].

Таким образом, устанавливается процесс конвективного переноса тепла и массы. Это коллективное движение осуществляется, как правило, за счет энергии нагрева, вызывающего «всплывание» более теплых масс жидкости при наличии обратного градиента температуры, поддерживаемого односторонним нагревом. Мы предположили, что подобные процессы могут возникать в сейсмической среде. Сейсмоактивность возрастает при достижении градиентов температуры среды критических значений. При этом сильно

отличаются только временные масштабы. Природу сейсмичности, мощных динамических атмосферных процессов можно объяснить следующим образом. Солнце, Земля, ее атмосфера являются открытыми самосогласованными неравновесными системами. Их стационарное состояние является динамическим. Оно обеспечивается обменными потоками энергии и энтропии [28]. В таких стационарных неравновесных системах существуют точки неустойчивости. При изменении параметров систем за счет вариаций эндогенных или экзогенных факторов, в этих точках возникают сильные динамические процессы, обусловленные запасенной системой энергией. Это, с нашей точки зрения, и определяет механизм роста сейсмоактивности Солнца, Земли, динамических процессов в атмосфере и т.п. во время изменений внешних параметров (см. рис. 1а). Такой механизм нарушения стационарности в целом укладывается в наблюдаемую картину тектонических процессов: вулканизм, землетрясения, образование гор и впадин, движение материков и т.д. [15].

Как видно из рис. 1а, поверхность Земли пронизывает идущий изнутри тепловой поток, величина которого неоднородна на поверхности, хотя она приблизительно одинакова на материках и океанах.

В [29] отмечается, что «теоретическая модель, просчитанная с помощью уравнений, в которых использовался минимум сейсмических данных, показала, например, почти полное совпадение плотности теплового потока в каждой точке Земли, как виртуальной, так и реальной». Точно так же и гравитационное поле модели хорошо согласовалось с данными многочисленных измерений. А расчеты движения материков, полученные на математических моделях, были подтверждены материалами спутниковых наблюдений. Сейчас уже можно сказать, что моделирование процессов, идущих в литосфере с учетом влияния континентов,

позволило создать новую теорию геологической эволюции Земли [29].

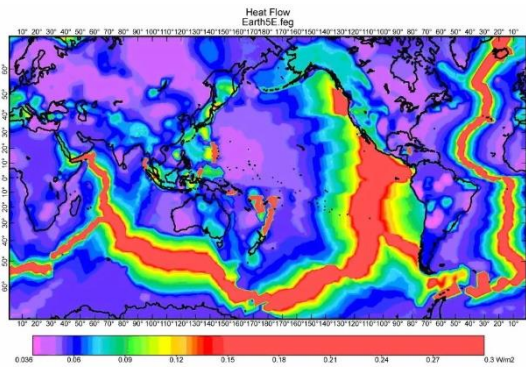


Рисунок 1а - Распределение теплового потока Земли [22]

Считается, что тепловой поток обязан своим происхождением радиогенному источнику, однако последние исследования по радиоактивности глубинных пород ставят под сомнение и эту гипотезу.

В [15] подробно обсуждаются фрактальные свойства динамических структур Земли, как самоорганизующейся открытой системы. Согласно данным наблюдений, эти свойства также присущи землетрясениям, в которых ярко проявляется фрактальная структура. Подобная структура также имеет место и в магнитных полях Земли.

Известно, что поверхность мантии разбита на несколько так называемых конвективных ячеек [17]. Подобные ячейки можно наблюдать в слое масла, налитого на горячую сковородку. По краям ячеек вещество поднимается или опускается, в центральной же части движется вдоль поверхности (в данном случае вдоль поверхности Земли). Вот это движение со скоростью сантиметра в год и увлекает плиты земной коры. Оно не только смещает плиту, но и деформирует ее край, причем напряжения и деформации нарастают у того края ячейки, где вещество устремляется вниз [17]. Движение вещества внутри Земли не исчерпывается конвективными ячейками. Есть еще и мощные, относительно узкие восходящие потоки очень горячего вещества, берущие свое начало, чуть ли не от ядра планеты. Такие потоки называют плюмами. Они могут вызвать образование

горячих точек, где кора проплавляется и деформируется посередине плиты. Типичное детище плюма — Гавайские острова со своими многочисленными вулканами [17].

Согласно [15], внешнее ядро Земли железное, расплавленное. В нем возникает конвекция, причем такого вида, что, хорошо проводящая жидкость (железо) захватывает (вмораживает) силовую линию магнитного поля из окружающего Землю космоса и за счет эффекта гидромагнитного динамо происходит усиление и преобразование этого «затравочного» поля в геомагнитное.

Целью данного исследования является обоснование существования взаимосвязи конвективных и фрактальных процессов, происходящих в динамической (сейсмической) среде в природных средах, включая атмосферу, магнитное поле, тепловой поток и поверхность Земли, а также механизма возникновения мощных динамических процессов при слабых вариациях внешних ограничений на системы.

Предлагаемая ранее гипотеза о наличии конвекции по следам сейсмических фрактальных структур, выявленных на поверхности различных сейсмоактивных регионов, утверждает, что конвективные ячейки Бенара должны существовать во всех динамических системах Земли, включая сейсмические поля.

Рассмотрим вначале для конкретного сейсмоактивного региона Земли (см. рис. 2-3) фрактальные рисунки, напоминающие ячейки Бенара в сейсмической среде, которые были получены с помощью вычислительного алгоритма, разработанного в [4, 5].

По методике, предложенной в [1-3], выделялись фрактальные структуры, отражающие напряженные поля и конвективные процессы в сейсмической среде.

На рисунке 3 видны формы и ячейки, напоминающие следы «вращающейся спирали» для о. Суматра, которая отражена на поверхности во фрактальном рисунке 3 (а), на рисунке 3

(б) - для о. Хонсю фрактальный рисунок имеет совершенно другой контур на поверхности. Значит, можно предположить, что конвективные процессы в этих сейсмоактивных регионах ведут себя по-разному или проявляют себя по-разному, отражаясь на поверхности.

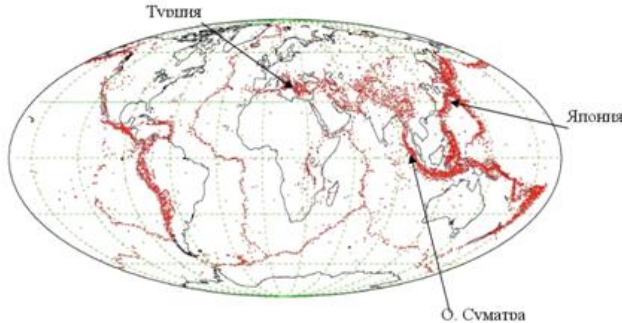


Рисунок 2 – Пространственное распределение эпицентров землетрясений на Земле

Другим примером может служить фрактальный рисунок сейсмичности, выделенный на территории Турции (см. рис. 3 (в)). В противоположность выше приведенным фрактальным рисункам сейсмоактивных областей части о. Суматра и о. Хонсю, в сейсмоактивном регионе Турции совсем другие следы «конвективных процессов». Но и в этом примере хорошо можно видеть, ячейки, напоминающие конвективные ячейки Бенара. Для территории Северного Тянь-Шаня и прилегающих территорий наиболее явно проявляются шестигранные, круговые структуры на широтах 42N и 43N вдоль меридиана 78E, напоминающие все те же ячейки Бенара. Как можно видеть такие поля напряжений в сейсмических структурах четко расположены выше и ниже оз. Иссык-Куль.

Видно, что для каждого из сейсмоактивных регионов Земли структуры напряженных полей имеют только им присущую форму фрактального рисунка и соответствующих конвективных ячеек Бенара. Методика [3] позволяет детально подойти к исследованию любого сейсмоактивного региона. Для того чтобы выявить взаимосвязи конвективных и фрактальных процессов, происходящих в сейсмической среде необходим

региональный или мировой каталог землетрясений [11].

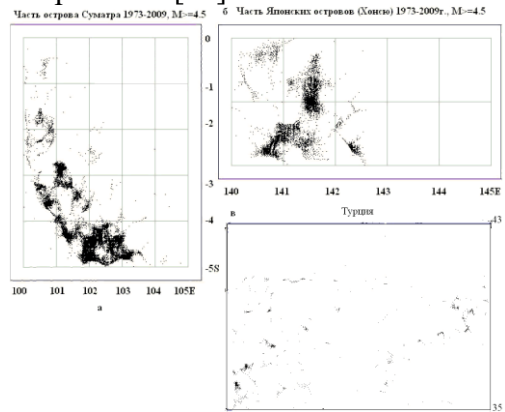


Рисунок 3 – Фрактальные рисунки сейсмоактивных регионов Земли (а – часть о.Суматра, б – часть о. Хонсю, в – Турция), по мировому каталогу землетрясений [11]

Вычислительный алгоритм [3] для расчета координат центров тяжести плотности эпицентров в текущей ячейке, скользящей по плоскости. Далее, для унификации алгоритма, и уточнения фрактальных сейсмических структур напряжения нами предложено применить трехмерную ячейку в вычислительном алгоритме, т.е. с учетом глубины гипоцентров землетрясений добавлена 30 км глубина для отслеживания в текущей ячейке. Методика выделения фрактальных сейсмических структур напряжений и ячеек Бенара для сейсмоактивных регионов Земли, в частности Северного Тянь-Шаня и прилегающих территорий, модернизировалась за счет добавления глубинной ячейки скольжения. Это позволяет получить в результате «томографию» [23, с.37-38], в нашем случае, фрактального рисунка с уточнением местоположения наиболее плотно упакованных как по поверхности, так и по глубине структур и ячеек Бенара, как следы сейсмонапряженных структур. Контуры сейсмонапряженных полей, выявленных таким образом (с учетом 30 км глубины пространственной ячейки), показаны на рисунке красным цветом.

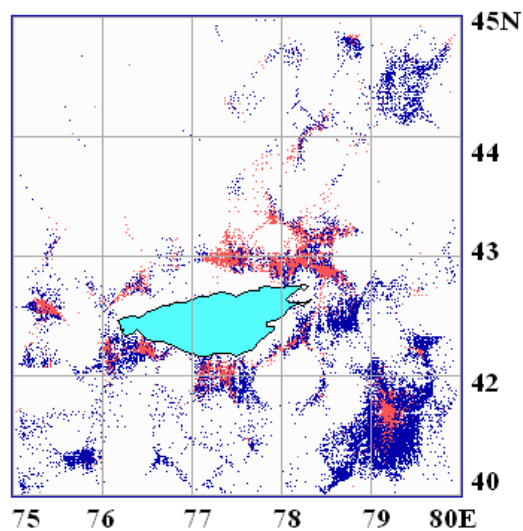


Рисунок 4 - Фрактальный рисунок сейсмичности, сейсмических структур напряжений и ячеек Бенара в сейсмической среде сейсмоактивного региона Северного Тянь-Шаня и прилегающих территорий

Анализ имеющейся информации позволяет сделать вывод о том, что в природе реализуется взаимодействие тектонических подвижек, приводящих к сжатию и растяжению в зонах разломов, внедрению и перераспределению флюидов, сопровождающимся их фазовыми переходами и расслоением. Эти процессы особенно четко проявляются в сейсмоактивных областях (Терско-Каспийском прогибе, Сахалине, Предкарпатье и др.) [12].

Теперь рассмотрим, как могло бы это все проходить в терминах фазовых переходов и ячеек Бенара. На примере фазового портрета процессов взаимодействия на рисунке гипотетического аттрактора [1-3, 8], можно предположить следующее.

В непосредственной близости от точки неустойчивости, находящейся в области достаточно сильных градиентов параметров среды (см. рисунок 5), подводимое к системе тепло в результате ряда бифуркаций превращается в неупорядоченную энергию в случайно возникающих и сразу же распадающихся флуктуаций, порожденных скоррелированными микродвижениями относительно небольших групп молекул вязкой жидкости (сейсмической среды),

которые служат первым признаком перехода к конвективному движению. За точкой неустойчивости (неустойчивое многообразие W^u на рисунке), отклонения системы от термодинамического равновесия (устойчивое многообразие W^s на рисунке), не распадаются, а напротив, усиливаются. Образуется новая динамически упорядоченная структура, так называемые ячейки Бенара. Это новая структура возникает и существует за счет подводимой извне тепловой энергии, часть которой преобразуется в кинетическую энергию макроскопически упорядоченных струй сейсмической «жидкости». Образование таких струй нарушает непрерывную трансляционную симметрию, типичную для структуры однородной жидкости. Ячейки выстраиваются вдоль горизонтальной оси, причем жидкость в ячейках приходит последовательно во вращение то по, то против часовой стрелке (см. эксперимент Бенара [10]). Устойчивое струйное течение жидкости, невероятное или даже невозможное в изолированной системе, поддерживается балансом потоков подводимого и рассеиваемого тепла, вследствие чего сохраняются температурный градиент и скорость течения, установившиеся в системе струй. Если отключить нагреватель, исчезнет источник тепловой энергии, а вместе с ним упорядоченное коллективное конвективное движение. Наличие циклов седлового (см. рисунок) типа является ключевым свойством хаотических динамических систем. И как указывается в [8] такие предельные циклы называются седловыми. Для предельного седлового цикла характерно наличие устойчивых W^s и неустойчивых W^u многообразий, которые характеризуются тем свойством, что если начальная точка траектории $x \in W^s (x \in W^u)$, то при $t \rightarrow \infty (t \rightarrow -\infty)$ фазовые кривые будут стремиться к предельному седловому циклу [8, с.1308], как показано на рис. 5.

В [13] анализируются вопросы возможных механизмов возникновения конвективных ячеек в коре и мантии Земли, но не в соответствии с моделью

вязкой жидкости (сейсмичности), а в соответствие с задачей термогравитационной конвекции с учетом упруго сжимающихся твердых тел. Автор [13] показал, что при анализе различных краевых условий, для которых возможна реализация неустойчивости в виде конвективных ячеек - скорость конвекции всецело определяется процессами восстановления вертикальных напряжений на горизонтальных границах. Опять же, как мы и полагаем, в горизонтальной неустойчивой W^U происходит переход и формирование конвективной ячейки, как в коре, так и в мантии. Аналогичная ситуация имеет место в верхних слоях атмосферы [2,6]. Такое взаимодействие двух сред обеспечивает переход системы из неустойчивого состояния в устойчивое и формирование новой стационарной динамической структуры.

Вернемся опять к [15], где обсуждаются некоторые вопросы геодинамики, т.е. течения - горизонтальный перенос вещества литосферы; вулканизм и сейсмичность. Вулканизм и сейсмичность, в определенном смысле, являются механизмами вертикального (радиального) переноса. При этом либо переносится вещество, что происходит при извержении вулкана, либо переносится тензор момента - при землетрясении. Легко видеть, что эти механизмы взаимосвязаны, хотя подчас такую связь выявить нелегко. Например, горизонтальный перенос изменяет структуру напряжений части литосферы, что вызывает возникновение землетрясения, которое приводит к перераспределению касательных напряжений, являющихся причиной течения и т.д. Аналогичную цепочку взаимосвязей можно проследить и при взаимодействии: геодинамика - вулканизм - геодинамика. Используя подходы, развитые в синергетике, можно считать, что горизонтальное течение, это перенос, а сейсмичность и вулканизм, явления, по своей физике, близкие к просачиванию - перколяции. Как принято считать в синергетике, симбиоз взаимодействующих механизмов переноса и перколяции приводит к самоорганизации

структуры, в которой проявляются эти механизмы [15, с. 88].

Далее в терминах [15] согласно их модели, около внутреннего ядра вещество находится в состоянии «капель в пересыщенном паре», около внешнего ядра, - в состоянии «пузырей пара в кипящей жидкости». Очевидно, что чем ближе к «стенке», тем размеры «капель» и «пузырей» будут больше [15]. Аналогичным или похожим образом, можно интерпретировать следы ячеек Бенара на поверхности.

Сложность внутренних процессов невозможно смоделировать простыми описаниями гипотетических подходов. Но по экспериментальным данным и вычислительным алгоритмам можно иногда объяснить те результаты, которые получаются на примере сейсмичности Земли в ее различных сейсмоактивных регионах. Как видно из приведенных рисунков, сейсмичность и ее следы (фрактальные структуры сейсмичности, ячейки Бенара и т.п.) могут иметь разные виды и вести себя по-разному.

С теоретических позиций [8], поясним теперь рисунок 5, фазового портрета взаимодействия внешних и внутренних процессов поступления энергии при переходе системы из устойчивого состояния W^S в неустойчивое W^U (слева) Энергия процессов в системах, включающих и атмосферные хаотические системы, по предельному седловому циклу переходит к поверхности неустойчивого многообразия, а так же энергия поступает снизу, на плоскости формируется переходной неустойчивый цикл (неустойчивое многообразие) в нашем случае, сам очаг при отдельном землетрясении, конвективная ячейка (например, рис. 4), при совокупности землетрясений, как динамическая структура. Новая структура возникает и существует за счет подводимой извне энергии, часть которой преобразуется в кинетическую энергию (землетрясения) макроскопически упорядоченных струй сейсмической среды. Формируется очаг землетрясения, иными словами, от притока энергий извне к критической

поверхности перехода системы из равновесного в неравновесное состояние (см. рис.5). Схему взаимодействия процессов мы рассматривали в [1, 2]. Наличие циклов седлового типа является ключевым свойством хаотических динамических систем [8]. Слабосвязанные хаотические атмосферные системы могут синхронизироваться, как показано справа на рисунке 5, что и происходит, на наш взгляд, при взаимодействии атмосферных и сейсмических процессов в процессе формирования конвективных ячеек.

Существует мнение, что атмосферное воздействие на очаг может быть первичным в выходе системы из равновесия, так как критические массы в атмосфере давят на подготовленные участки (поверхность Земли), где уже сформировалось избыточное напряжение и падение давления в столбе атмосферы, как указывалось в [1, 9] может спровоцировать землетрясение. Другие ученые считают атмосферное воздействие триггерным механизмом в возникновении землетрясения, от создавшихся в очаге всех условий для его возникновения. Перед некоторыми землетрясениями на земной поверхности и в атмосфере зарегистрированы импульсные возмущения электромагнитного излучения [18].

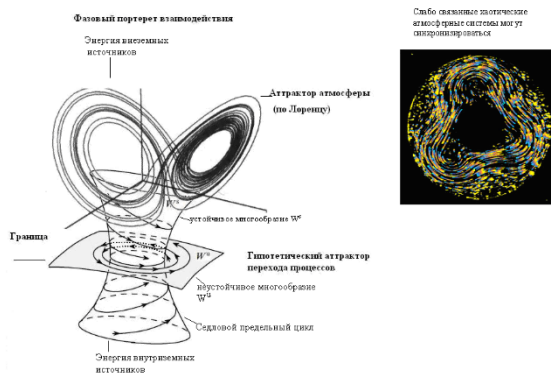


Рисунок 5 - Фазовый портрет в процессе формирования конвективных ячеек (ячеек Бенара) в динамической (сейсмической) среде во взаимодействии с другим процессом (аттрактор атмосферы), седловой предельный цикл [1, 8]

Интенсивность излучения может увеличиваться за несколько суток, часы и десятки минут до землетрясения и длиться

несколько минут. Наблюдения пока не обнаружили строгой связи между магнитудой, эпицентральной расстоянием землетрясения и «амплитудой» электромагнитного сигнала, временем его проявления. Но ясно, что величина возмущения, в общем, возрастает по мере приближения к эпицентру и с увеличением магнитуды землетрясения. При отсутствии связи с атмосферными и солнечно обусловленными возмущениями это может свидетельствовать о геофизической, в прямом смысле земной, природе таких возмущений [18].

Существуют факты [9, 19], когда подготовка сильных землетрясений сопровождается метеорологическими аномалиями, экстремальные значения которых наблюдаются в районе зреющих очагов обычно в период, предшествующий событию, от 1 мес. до 1 года и краткосрочно в период от одного — нескольких часов до одних — двух суток. Вблизи готовящихся очагов ряда сильных землетрясений установлены максимальные значения солнечной радиации, времени солнечного сияния, чисел ясных дней, температуры воздуха, скорости ветра и минимальные величины облачности, чисел пасмурных дней, дней с туманами, осадков, влажности воздуха [19].

Как приводится в [20] атмосферные и литосферные процессы происходят практически на равном удалении от центра Земли, и поэтому их характерные размеры должны совпадать. Так и есть [19]: те и другие вихри достигают тысячекилометрового размера. Блочное строение геофизической среды (по Садовскому М.Н.) приводит к дискретному накоплению энергии внутри сейсмического очага [9]. Разрядка напряжений также происходит не непрерывно, а спонтанно. Спонтанность накопления и разрядки напряжений — проявление фазовых переходов в литосфере под влиянием внутренних и внешних факторов [9]. Они имеют место не только в атмосфере, но и в магнитном поле Земли [21].

Традиционные сейсмогеологические исследования позволяют объяснить механизмы разрядки напряжений после события (землетрясения) и т.д. [9]. Избыточные напряжения в земной коре (литосфере) связаны с внутренними (эндогенными) источниками внутри космического тела Земля. Для разрядки напряжений (землетрясения) необходимо выполнение обязательного условия – уровень напряжений в области сейсмического очага близок (приближается) к пределу энергетической емкости (прочности) пород в очаговой зоне [9]. Для обеспечения «срабатывания» сейсмического очага – разрядки напряжения в виде землетрясения, зачастую необходимы дополнительные внешние (экзогенные) факторы. Такими факторами является гравитирующее влияние космических тел (Луна, Солнце) и колебания атмосферного давления [9].

В [21] рассматривается взаимодействие магнитного поля Земли и его силовых линий в зависимости от конвективных процессов, и обнаруживается, что на границе ядра и мантии возникают длительные изменения геомагнитного поля. Они возникают там, где направление геомагнитного потока обратно нормальному для данного полушария. Наибольший из так называемых участков обратного магнитного поля протянулся из южной оконечности Африки на запад к Южной Америке. На данном участке магнитный поток направлен внутрь, к ядру, в то время как большая часть его в Южном полушарии направлена из центра. В [1-3, 14] неоднократно упоминалось о похожих «следах фрактальных структур сейсмичности» в региональных масштабах, природа которых пока не ясна. Но, можно предположить, что магнитное поле с учетом его конвективных процессов внутри Земли может свидетельствовать о таких «следах» на поверхности. Причем, в [21] так же упоминается, что «районы, где магнитное поле направлено в противоположную сторону для данного полушария, возникают при случайном прорыве закрученных и петляющих линий магнитного поля за пределы ядра Земли. Участки обратного

магнитного поля могут существенно ослабить дипольное магнитное поле на поверхности Земли и свидетельствовать о начале смены земных полюсов. Они появляются, когда поднимающаяся жидкая масса проталкивает горизонтальные магнитные линии вверх в расплавленном внешнем ядре. Такое конвективное излияние иногда закручивает и выдавливает магнитную линию (рис.6). Одновременно силы вращения Земли вызывают винтовую циркуляцию расплава, которая может затянуть петлю на выдавленной магнитной линии (рис. 6). Когда выталкивающая сила достаточно велика, чтобы выбросить петлю из ядра, на границе ядро-мантия образуется пара участков магнитного потока [21].

Выводы

В данной работе с позиций динамики открытых самосогласованных неравновесных систем, которые в общем случае находятся в стационарных динамических состояниях, обладающих точками неустойчивости, предложено объяснение взаимосвязи эндогенной и экзогенной активности (конвективных процессов, происходящих на Солнце, в атмосфере, магнитном поле и поверхности Земли).

С этой целью были использованы данные сейсмичности, характеристики фазовых портретов в процессах формирования динамических структур (ячеек Бенара) в «сейсмической среде», на Солнце и в атмосфере.

Рассмотрена обобщенная картина процесса перехода системы из стационарного (устойчивого) состояния в неравновесное (неустойчивое) по предельному седловому циклу [1,8] с учетом аттрактора атмосферы.

Предложена гипотетическая схема взаимодействия сложных процессов в открытой системе Земля-Атмосфера в возникновении динамической структуры (ячейки Бенара), очага землетрясения. Установлен гипотетический аттрактор такого взаимодействия (рис. 5), учитывающий фазовые процессы перехода системы из устойчивого

состояния в неустойчивое. Такая картина соответствует формированию очага землетрясения под воздействием конвективных процессов и энергии, поступающей извне.

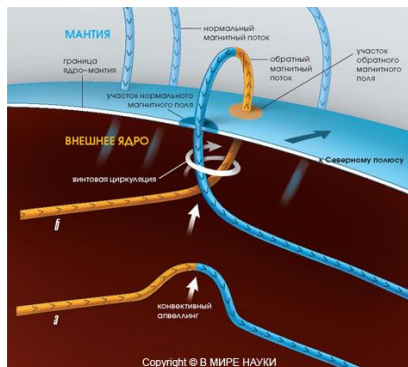


Рисунок 6 - Образование участков обратного магнитного поля [21]

Приведенные результаты свидетельствуют о существенной взаимосвязи процессов на Солнце, в атмосфере и магнитном поле. Наличие такой взаимосвязи свидетельствует в пользу детерминированности процесса организации сейсмического события, и, значит, позволяет утверждать о существовании некоторых характерных предвестников землетрясений. Очевидно, что поиск таких предвестников следует осуществлять на основе анализа определяющих параметров такой самосогласованной системы, как Солнце-Земля. Но для этого, прежде всего, необходимо развитие физики эволюции таких самосогласованных систем [27].

Список литературы

1 Литовченко И.Н., Сомсиков В.М. Динамические среды, фрактальность, странные аттракторы, самоорганизованная критичность и ячейки Бенара // Журнал проблем эволюции открытых систем, Вып.12, Т.2, 2010. – С.58-59.

2 Литовченко И.Н., Сомсиков В.М. О конвективных ячейках Бенара в фрактальных структурах сейсмичности систем // Журнал проблем эволюции открытых систем, Вып.12, Т.1, 2010, С. 61 – 68.

3 Литовченко И.Н. О некоторых фрактальных свойствах сейсмичности в свете проблем эволюции открытых систем // Журнал проблем эволюции открытых систем, Вып.8, Т.2, 2006, – С.56-60.

4 Федер Е. Фракталы // М.:Мир, 1991. – 260 с.

5 Turcotte D.L. Fractals and chaos in geology and geophysics // Cambridge University Press, Cambridge, 1997.

6 Сомсиков В.М. Проблемы построения неравновесной модели атмосферы, как открытой системы // ПЭОС, В.11, Т.2, 2009, С. 50-63.

7 Гарифуллин Ф.А. Возникновение конвекции в горизонтальных слоях жидкости // www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/0008_108.pdf

8 Лоскутов А.Ю. Очарование хаоса // УФН.-Т. 180.-№ 12.- С.1305-1329/ DOI: 10.3367/ UFNr.0180. 201012.- С.1305

9 Сибгатулин В.Г., Хлебопрос Р.Г., Перетокин С.А, Кабанов А.А Синергия процессов в сейсмических очагах и краткосрочный прогноз землетрясений/16.5.pdf.-20с. // TCPDF2.5-000_PHP4

<http://modernproblems.org.ru/ecology/16-5.html> (электронный ресурс)

10 Нейлоновые шарики моделируют движение континентов // <http://elementy.ru/news/430777> (электронный ресурс)

11 USGS National Earthquake Informational Center http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic_global.html

12 <http://neftegaz.ru/science/view/608>

13 Ребецкий Ю.Л. Деформационная неустойчивость гравитационного напряженного состояния // Проблемы сеймотектоники. Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием (20-22 сентября 2011 г) .- Москва-Воронеж, 2011. – Т.6. – С. 442-443.

- 14 Литовченко И.Н. О связи сейсмотектоники очагов сильных землетрясений в некоторых сейсмоактивных регионах Земли // Проблемы сейсмотектоники. Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием (20-22 сентября 2011 г) // Москва-Воронеж, 2011. –Т.4. – С.308-314.
- 15 Кузнецов В.В. Физика горячей Земли // Новосибирск, 2000. –365с. – (Электронный ресурс) – f06.pdf
- 16 Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика // М.: Наука.– 1986.– 736 с.
- 17 Комаров С. М. Дрожь Земли // Химия и жизнь. – №7, 2011. – (Электронный ресурс) <http://elementy.ru/lib/431421>
- 18 Никонов А. Предчувствие землетрясения // (Электронный ресурс) <http://nauka.relis.ru/04/0512/04512020.htm>
- 19 Милькис М. Р. Метеорологические предвестники сильных землетрясений // (Электронный ресурс). – meteoclub.ru/index.php?
- 20 Друянов В. «Погода» земной коры // Вокруг света. – №8 (2599) | Август 1975, – (Электронный ресурс). – <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/5328/>
- 21 Брахман // (электронный ресурс).– <http://www.freewayom.com/zvezdi-zemli/631-theory-of-the-magnetic>
- 22 http://peterbird.name/publications/2008_torque_balances/007_Q_E
- 23 Буртман В.С. Геодинамика Тибета, Тарима и Тянь-Шаня в позднем кайнозойе // Геотектоника, 2012. –№ 3. – С.18-48.
- 24 Сергеева Н.А., Шестопапов И.П., Забаринская Л.П. и др. Исследование связи активности Солнца и сейсмической активности Земли с помощью Вейвлет-преобразования // Вестник КРАУНЦ, Науки о Земле, 2014. – № 1. – Вып. №23. – С.27-34.
- 25 Внутри Солнца нашли «двухэтажные» конвективные потоки // (электронный ресурс).– <http://lenta.ru/news/2013/08/29/sunconvection/>
- 26 Конвективная зона https://ru.wikipedia.org/wiki/Конвективная_зона#mediaviewer/File:The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819.jpg
- 27 Сомсиков В.М. От механики Ньютона к физике эволюции // Монография. – Алматы, 2014. – 272 с.
- 28 Сомсиков В.М., Азаренко С.Н. Экологические аспекты и проблемы существования человечества с позиций открытых неравновесных динамических систем // ПЭОС, 2014. – Т. 2. – Вып. 17. – С.2. <http://galspace.spb.ru/index16.html>

Принято в печать 20.10. 14

УДК 530.1 (075.8):550.348:551.21:523.9

И. Н. Литовченко¹, В. М. Сомсиков²

¹ Институт сейсмологии, Алматы, РК, e-mail litovira@rambler.ru

² Институт ионосферы, Алматы, РК, e-mail: vmsoms@rambler.ru

О ВЗАИМОСВЯЗИ ЭНДОГЕННОЙ И ЭКЗОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ (КОНВЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА СОЛНЦЕ, В АТМОСФЕРЕ И ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В ПЕРИОДЫ СЕЙСМОАКТИВНОСТИ)

Аннотация Рассматриваются взаимосвязи эндогенной и экзогенной активности (конвективных процессов, происходящих на Солнце, в атмосфере и поверхности Земли) в периоды сейсмоактивности. На основе анализа конвективных процессов и их фрактальных структур в атмосфере и сейсмической среде выделен гипотетический аттрактор и предложено объяснение его возникновения.

Ключевые слова: эндогенная и экзогенная активность, конвективные процессы, фрактальные структуры, сейсмичность

¹И.Н. Литовченко., В.М.Сомсиков²

¹ Сейсмология институты, Алматы, Қазақстан litovira@rambler.ru,

² Ионосфера Институты, Алматы, Қазақстан vmsoms@rambler.ru

**СЕЙСМИКАЛЫҚ ЭНДОГЕНДІК ЖӘНЕ ЭКЗОГЕНДІК ҚЫЗМЕТІНІҢ ӨЗАРА
ҚАРЫМ-ҚАТЫНАС (КОНВЕКТИВТІ ПРОЦЕСТЕРДІ КҮН ЖАТҚАН
АТМОСФЕРА МЕН ЖЕРДІҢ) БЕТІ КЕЗЕНДЕРДЕ**

Аннотация Бенардың конвективті жәте біртүрлі аттрактар гипотезалық ұятығының қолыптасуын қарауды сейсмологиялық құрылымда ұсыну

Маңызды сөздер: эндогендік және экзогендік қызметі, конвективті процестерді, фракталдық құрылымы, сейсмикалық

I. Litovchenko¹, V. Somsikov²

¹Institute of seismology, Almaty, RK E-mail: litovira@rambler.ru

² Institute of ionosphere, Almaty, RK E-mail: vmsoms@rambler.ru

**ON THE RELATIONSHIP OF ENDOGENOUS AND EXOGENOUS ACTIVITY
(CONVECTIVE PROCESSES OCCURRING ON THE SUN, THE ATMOSPHERE AND
THE EARTH'S SURFACE) PERIODS SEISMICALLY**

Resume. Examines the relationship of endogenous and exogenous activity (convective processes occurring on the Sun, the atmosphere and the Earth's surface) during periods of seismic activity. Based on the analysis of convective processes and fractal structures in the atmosphere and environment of seismic isolated hypothetical attractor and proposed an explanation of its origin.

Key words: endogenous and exogenous activity, convective processes, fractal structure, seismicity