

[Перевод с английского](#)

## **ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ: ПРИЧИНЫ НЕУДАЧ И НОВАЯ ФИЛОСОФИЯ**

**Э.Н.Халилов**

*НИИ Прогнозирования и изучения землетрясений,  
Международная Академия Наук H&E (Австрия, Инсбрук)  
E-mail: khalilov@wosco.org*

### **Резюме**

*Представлен критический анализ взглядов на возможность прогнозирования землетрясений. Рассмотрены новые технологии прогнозирования землетрясений.*

*Выводы автора: Основной причиной низкой эффективности краткосрочного прогнозирования землетрясений является неверная трактовка физических механизмов формирования предвестников землетрясений и смешение локальных и дальнедействующих предвестников. Подавляющее большинство стабильных и высокоинформативных предвестников землетрясений отражает реакцию измеряемых параметров на прохождение тектонических волн от очагов сильных землетрясений, удаленных от регистрирующих приборов на расстояния более 1000 км.*

### **Введение**

На протяжении всей истории человечества люди пытались заранее узнавать о возможных природных катаклизмах. Эти стремления упоминаются в древних исторических источниках, легендах, мифах и в религиозной литературе. Для этой цели они использовали все доступные для них возможности в соответствии с их уровнем знаний и философией. Они пытались использовать астрономические явления и связывали с ними природные катаклизмы. Например, в качестве особых знаков о приближении катастрофы древние люди воспринимали солнечные затмения, приближения Марса к Земле, возникновение на Солнце пятен, необычные поведения животных и необычные явления в атмосфере.

Насколько далеко ушли современные ученые от своих предшественников? Если мы попытаемся провести параллели, то увидим, что современная наука с еще большим интересом изучает влияние планет Солнечной системы, Солнечной активности и других космических факторов на сейсмичность и вулканизм. Между тем, для краткосрочного прогнозирования землетрясений также, как и раньше используются различные предвестники землетрясений. Основная разница заключается в объяснениях механизма связи между наблюдаемыми предвестниками и процессом подготовки землетрясения. Другим важным отличием является применение современного регистрирующего оборудования, использующего высокие технологии. В остальном «философия» прогнозирования землетрясений практически не изменилась.

Около 100 лет во многих развитых странах мира финансировались научные исследования, нацеленные на создание эффективной технологии прогнозирования землетрясений. Разочарование государственных чиновников и широких масс населения из-за отсутствия серьезных достижений в этой сфере можно понять. Сейсмологи, занимающиеся прогнозированием землетрясений, потратившие на свои исследования

миллиарды долларов во всем мире, оказались в затруднительном и весьма щепетильном положении. Многие искали оправдания для своих научных неудач и с радостью нашли их во время международного научного совещания, которое было созвано в Лондоне с 7 по 8 ноября 1996 г. на предмет взаимосвязи землетрясений с другими явлениями с целью их прогнозирования. Труды этого совещания были опубликованы в *Geophysical Journal International*, vol. 131, pgs. 413 to 533, 1997.

Во время этого авторитетного форума известный сейсмолог Dr.Robert J.Geller заявил о принципиальной невозможности прогнозирования землетрясений. Его основная идея заключается в том, что процесс подготовки очага землетрясения имеет большую вероятность случайности и воздействия многочисленных внешних факторов. Поэтому он рассматривает этот процесс максимально приближенным к хаотическим процессам. Многочисленные последующие статьи и выступления Доктора Роберта Геллера являлись продолжением изложения его идеи о невозможности прогнозирования землетрясений. Эта идея отражается в его базовом высказывании: «Исследование в области прогнозирования землетрясений проводится в течение более чем 100 лет без очевидных успехов. Результаты исследований не позволили получить крупных достижений. Обширные поиски были не в состоянии найти надежных предвестников. Наша теоретическая работа предполагает, что смещение по разрыву - нелинейный процесс, который является очень чувствительным к не известным деталям структуры Земли в большом объеме, причем не только в непосредственной близости к эпицентру. Надежное предоставление тревог о неизбежных сильных землетрясениях, представляется неэффективным и невозможным» /9/.

Что добился Dr.Robert J. Geller своими критическими высказываниями?

Во-первых, он предоставил в руки «сейсмологов-пессимистов» прекрасную возможность «научно» оправдать свои неудачи.

Во-вторых, он, более чем на десятилетие, замедлил развитие науки в сфере прогнозирования землетрясений, так как после его выступлений наступила «эпидемия массового пессимизма и скепсиса» в области прогнозирования землетрясений.

В-третьих, он расколол сейсмологов на два враждующих лагеря – противников прогнозирования землетрясений и сторонников прогнозирования землетрясений.

Последователи Роберта Геллера опубликовали и публикуют до настоящего времени статьи, «доказывающие» принципиальную невозможность прогнозирования землетрясений /10, 12-15/.

Как считает Роберт Геллер: “Современные теории землетрясений считают, что они (*землетрясения, прим. авт.*) являются критическими, или самоорганизующимися критическими явлениями, подразумевая систему, постоянно поддерживаемую на грани хаоса, с неотъемлемым случайным элементом и динамикой лавины, с сильной чувствительностью к слабым вариациям напряжений.”

Действительно ли Роберт Геллер верит, что доля «хаоса» в процессе проявления всех предвестников землетрясений, превышает долю строгой закономерности?

Дело в том, что ошибка в выборе физической модели, приводит к ошибке всех последующих математических моделей. Все зависит от правильности выбора «системы координат» или «системы отсчета». Если Ваша физическая модель находится внутри системы координат, в которой физические процессы изменяются вместе с системой координат, Вы никогда не «увидите» этих процессов. Чтобы увидеть эти процессы Вы должны выйти из этой системы координат и перейти в другую систему координат. Этот вывод исходит из постулата специальной теории относительности. Мы советуем Доктору Р.Геллеру и другим критикам не забывать об этом постулате специальной теории относительности.

Мы не хотим сказать, что Доктор Роберт Геллер и его последователи совершенно не правы. Наше утверждение заключается в том, что эти высказывания справедливы только лишь для одного типа предвестников землетрясений – локальных предвестников. Но точка зрения Доктора Роберта Геллера и его последователей не сохраняется для далекодействующих предвестников землетрясений, о которых мы будем рассуждать ниже.

Между тем, мы хотим обратить внимание также на работы с оптимистическими взглядами на проблему прогнозирования землетрясений /17-21/

К счастью, в последние годы наметился серьезный «прорыв» в проблеме прогнозирования землетрясений и эти новые исследования позволяют лучше понять физическую природу предвестников землетрясений и причины неудач их прогнозирования.

## **1. Регистрация различных предвестников землетрясений на больших удалениях от эпицентров**

В настоящее время известно более 300 предвестников землетрясений различного характера и природы.

В последние годы рядом ученых были опубликованы результаты исследований, свидетельствующие о возможности регистрации предвестников сильных землетрясениях на расстояниях более 5000 км, а в некоторых случаях, превышающих 10 000 км /1-4,6-7,11,21-24 /.

### **1.1. Сейсмогравитационные предвестники**

Так, в результате исследований, проводимых кафедрой Физики Земли Петербургского Государственного Университета, сейсмогравиметрическим комплексом в Петербурге зарегистрирована долговременная деформация растяжения (по вертикали) продолжительностью 12 суток, которая предвляла цикл сильных землетрясений декабря 2004 года, включая, сильнейшее землетрясение на севере о-ва Суматра 26.01.2004, вызвавшее катастрофическое цунами. Перед каждым сильным землетрясением зарегистрированы деформации меньшей продолжительности (1-2 суток), наблюдавшиеся и ранее. Отмечено также возрастание интенсивности сейсмогравитационных колебаний, сопутствующее этим деформациям, начало которого всегда опережало момент разрыва сильных землетрясений на 1-4 суток. При этом были сделаны первые оценки скорости и длины волн. Низкоскоростные волны (скорости от 0.35 до 0.68 км/с) сейсмической природы имели длины от 1520 до 7 310 км. В результате анализа полученных данных ученые пришли к выводу о том, что наблюдаемые колебания связаны с деформационными процессами, протекающими внутри континента со сложной блочно-иерархической структурой /3/.

### **1.2. Неприливные вариации силы тяжести**

Так, с 2002 года Научно-исследовательский институт прогнозирования и изучения землетрясений (Баку) осуществляет непрерывное измерение неприливных вариаций силы тяжести на станции «Vinagadi», размещенной на Апшеронском полуострове, в 25 км от г. Баку. Измерения осуществлялись одновременно четырьмя высокоточными кварцевыми гравиметрами типа KB и KC /21/.

В результате измерений и интерпретации получаемых данных, были выявлены гравитационные сигналы в вариациях силы тяжести, предшествующие сильным землетрясениям, эпицентры которых находятся на большом расстоянии (в радиусе от двух тысяч до десятков тысяч км) от регистрирующей станции. В процессе интерпретации результатов исследований вычитывались гравитационные эффекты от Лунных и Солнечных приливов. Как известно, солнечные приливы вызывают вариации силы тяжести не превышающие 0,1 мГал, а амплитуда лунных вариаций составляет около 0,2 мГал.

Изменения неприливных вариаций силы тяжести были зарегистрированы перед сильными землетрясениями в: Индонезии, Пакистане, Японии, Тайване, Индии, Филиппинах, Иране.

Статистические данные показывают, что гравитационные сигналы были зарегистрированы более, чем в 85 % случаев, в среднем, за 8-15 дней перед сильными землетрясениями /21/.

### **1.3. Геохимические предвестники**

В ряде работ (Гасанов А.А., Керимова Р.А., 2006) было отмечено изменение геохимического состава флюидов на регистрирующих станциях Республиканского Центра Сейсмологической Службы Азербайджана, перед катастрофическим землетрясением ( $M_{LH}=8.9$ ) в Индонезии 26.12.2004 г. на расстоянии около 6000 км от эпицентра землетрясения /1/. В работах А.А.Гасанова и Р.А. Керимовой рассматриваются факты изменений гидрогеохимического режима в регистрирующих пунктах Азербайджана перед сильными ( $M_{LH}\geq 6.0$ ), глубокофокусными ( $h\geq 100$  км) землетрясениями, очаги которых расположены в пределах Гиндукушской сейсмогенной зоны Альпийско-Гималайского тектонического пояса Земли, несмотря на факт удалённости этих очагов от объектов наблюдений ( $\Delta=2000\div 5000$  км) /1, 11/.

### **1.4. Сейсмогидрогеологические предвестники**

Изучение сейсмогидрогеологических предвестников землетрясений позволило установить наличие связи изменений уровня подземных вод в районе полуострова Камчатка с сильными землетрясениями, удалёнными от пунктов измерений на расстоянии более 8000 км /3/.

### **1.5. Сейсмические предвестники.**

В ряде работ /4,6/ установлено, что перед сильными землетрясениями на сейсмических станциях, находящихся на расстояниях более 3000 км от эпицентров, проявлялась синхронизация микросейсмического фона. Авторами исследований (Соболев Г.А. и др., 2007; Любушкин, 2008) предлагается использовать этот эффект в качестве предвестника при прогнозе сильных землетрясений. Было установлено, что сейсмические станции на больших удалениях от эпицентров сильных землетрясений регистрировали синхронные колебания микросейсмического шума с периодами 1- 3 часа, за несколько суток до толчка.

## **1.6. Низкочастотные трехмерные вариации гравитационного поля**

В последние годы начаты исследования предвестников землетрясений, основанные на базе открытия в 2003 году ранее неизвестного эффекта низкочастотных трехмерных изменений гравитационного поля перед сильными землетрясениями на огромных удалениях от их очагов, превышающих порой 10 000 км (Э.Н.Халилов, 2003) /7,22,24/.

Эти сигналы регистрируются с помощью необычного физического прибора – «Торсионного трехкомпонентного детектора низкочастотных гравитационных вариаций», названного автором станцией АТРОПАТЕНА. Станция АТРОПАТЕНА использует никогда не применяемый ранее, физический принцип. Способ измерения и сам прибор запатентованы в РСТ, Женева (Khalilov E.N. Method for recording low-frequency gravity waves and device for the measurement thereof. Patent of PCT. WO 2005/003818 A1., Geneva, 13.01.2005) /23/.

Станция АТРОПАТЕНА непрерывно регистрирует в трех взаимно-перпендикулярных направлениях влияние изменений гравитационных полей геологического происхождения на взаимодействие масс в «Весках Кавендиша» и на неприливные вариации силы тяжести. Таким образом, одновременно получен ответ на один из самых актуальных вопросов фундаментальной физики о причинах вариаций «гравитационной постоянной», регистрируемых различными учеными в разное время во многих странах мира.

С 2007 года были официально предоставлены многочисленные прогнозы сильных землетрясений для Специального Региона Индонезии – Джокджакарта и в Пакистанскую Академию Наук, а также в Центр Изучения Землетрясений Пакистана, с которыми НИИ ПриЗ имеет двухсторонние меморандумы о сотрудничестве.

### **1.6. Классификация рассматриваемых «дальнодействующих» предвестников**

Таким образом, проведенный краткий обзор позволил выделить несколько предвестников землетрясений, проявляющихся на больших расстояниях между регистрирующими пунктами и эпицентрами землетрясений:

- Сейсмогравитационные аномалии /2/;
- Неприливные вариации силы тяжести /21/;
- Изменения гидрогеохимического режима /1,11/;
- Изменения уровня подземных вод /3/;
- Синхронизация микросейсмического фона /4,6/;
- Длиннопериодные трехмерные вариации гравитационного поля /7/.

Нами не приведен обзор некоторых других предвестников, также проявляющихся на больших удалениях от эпицентров сильных землетрясений (вариации различных параметров ионосферы, возмущения электромагнитного фона, электрические, магнитные и другие предвестники).

## **2. Что и как прогнозировали сейсмологи до сих пор?**

Философия краткосрочного прогнозирования землетрясений не претерпела существенных изменений на протяжении всей истории своего существования. В основе

всех технологий краткосрочного прогнозирования землетрясений лежит создание сети станций, регистрирующих изменения геофизических, геохимических, гидрогеологических и иных параметров геологической среды перед сильными землетрясениями вблизи потенциальных очагов возможных землетрясений. Считается, что чем больше станций и чем они ближе к потенциальному очагу землетрясения, тем выше вероятность успешного прогноза.

Между тем, на практике все оказалось гораздо сложнее. Несмотря на увеличение числа станций в непосредственной близости от потенциальных очагов, вероятность достоверности краткосрочных прогнозов, так и не перешла планку в 70-75%.

Как было показано в кратком обзоре, перед сильными землетрясениями происходят изменения геологической среды на огромных расстояниях от очагов будущих землетрясений. Каков физический механизм этих изменений?

В работах /7/ авторы приходят к заключению, что основной причиной длиннопериодных трехмерных вариаций гравитационного поля являются тектонические волны, генерируемые очагом землетрясений в процессе его подготовки.

### **3.0 возможном влиянии тектонических волн на различные свойства геологической среды**

#### **3.1. Общие сведения**

Основы концепции тектонических волн были заложены в математической модели В.Эльзассера, в соответствии с которой, перераспределение сжимающих усилий, осредненных по поперечному сечению упругой литосферы, компенсируются касательными усилиями, возникающими в силу горизонтального смещения литосферы по вязкой астеносфере (Elsasser W., 1969). Впоследствии, эта модель была использована для количественной оценки передачи афтершоковой активности (Kasahara K., 1985; Баранов Б.В., 1980).

Впоследствии модель Эльзассера была дополнена Дж.Райсом эффектом вязкоупругой реакции астеносферы на горизонтальные смещения литосферы. Он также учел реальную двухмерность процесса (Rice J.R., 1982). Теоретический анализ распространения волн сейсмической активности в литосфере был дан в работах Лехнера Ф. и других исследователей (Lehner F.K., Li V.C., Rice J.R., 1981). Эффект изгиба литосферы на жидком литосферном основании нашел отражение в работах Надаи А. и Артюшкова Е.В. (Nadai A., 1969; Артюшков Е.В., 1979). Впоследствии, в работах Николаевского Н.В., Каракина А.В. и Лобковского Л.И. была предпринята попытка разработки двухмерной теории волн изгиба-сжатия литосферы на вязкой астеносфере (Каракин А.В., Лобковский Л.И., 1984).

В.В. Ружич выдвинул гипотезу, согласно которой (Институт Земной коры, Иркутск, устное сообщение, 1998 г), каждое землетрясение сопровождается генерацией продольных волн с чрезвычайно низкой скоростью распространения ( $V < 0.1$  м/сек). В.В.Ружич дал им название - медленные деформационные волны (МДВ). Этой гипотезе хорошо соответствует контрастная деформационная аномалия, зафиксированная Степановым И.И. 27.06.1998 г, через 26 суток после Шипунского землетрясения 1 июня (состоящая из 3-х контрастных одиночных импульсов с амплитудами 92, 140 и 43 усл.ед и интервалами между ними около 7 часов). Она позволяет оценить скорость распространения МДВ около 0.05 м/сек. На повышенном фоне объемных деформаций в день заметных землетрясений за 1,5 – 24 часа до события наблюдаются единичные

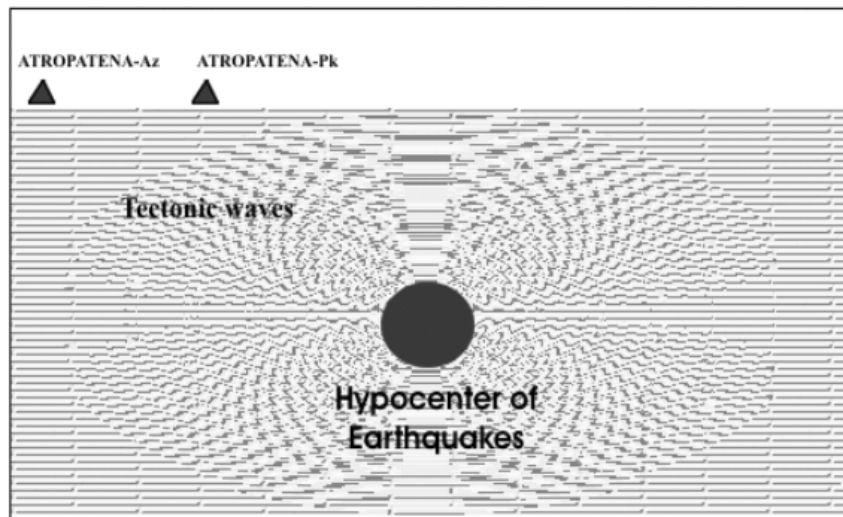
импульсные сигналы, превышающие фон в 2-3 и более раза. Например, 1 июня 1988 г было зафиксировано 2 таких сигнала с амплитудами 38 усл.ед. за сутки и 41 усл.ед. за 1,5 часа до события. А 27,08,2000 перед более слабым событием отмечено тоже 2 импульсных сигнала: 68 усл.ед за 6,5 часа и 40 ед. за 3,5 часа до землетрясения при фоне около 20 ед. Это позволяет предположить, что такие импульсные сигналы на повышенном фоне могут играть роль краткосрочных предвестников перед сильными сейсмическими событиями.

Более обширный анализ исследований посвященных тектоническим волнам с многочисленными ссылками на первоисточники приведен в работах /7,24/.

Каким образом тектонические волны могут влиять на изменения различных параметров природной среды?

### **3.2.Гравитационные предвестники землетрясений.**

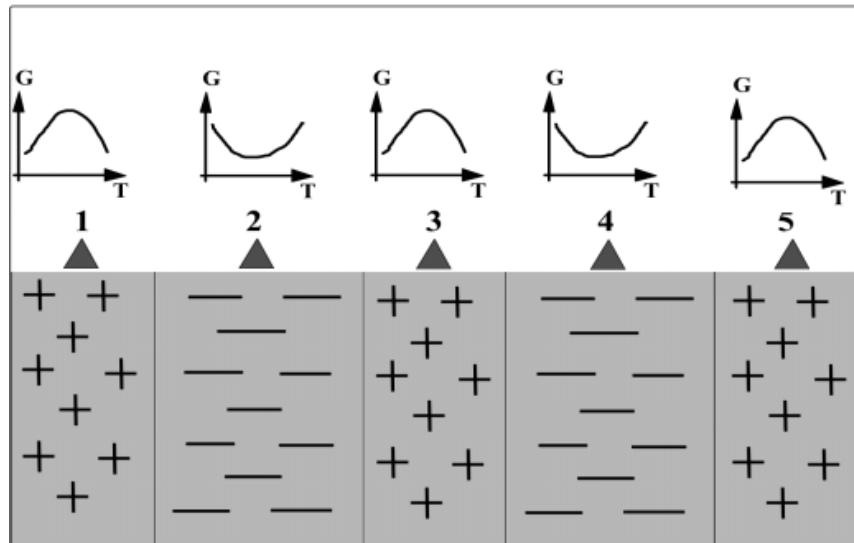
На рис.1. схематически показана модель генерирования тектонических волн очагом землетрясения и их последовательного прохождения под станциями АТРОПАТЕНА-АЗ (Азербайджан) и АТРОПАТЕНА-ПК (Пакистан).



**Рис.1. Схематическая модель генерирования тектонических волн очагом землетрясения.**

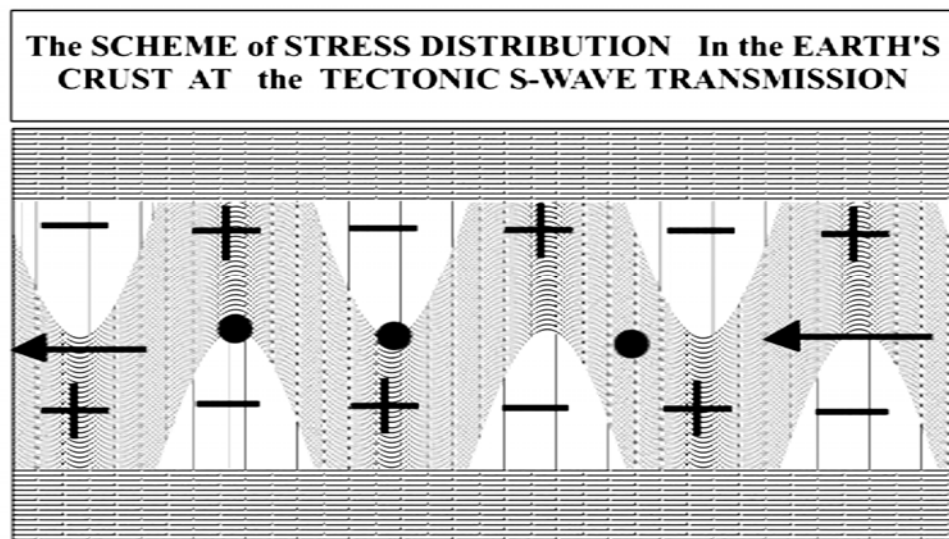
В соответствии с многочисленными исследованиями и расчетными моделями различных авторов, тектоническая волна, аналогично сейсмической, имеет продольную и поперечную составляющие. На рис.1. показана модель возможного механизма распространения тектонической волны очагом землетрясения, который не является сферическим.

Распространение продольной тектонической волны вызывает знакопеременные изменения плотности горных пород в большой толще литосферы, вдоль направления движения волны рис.2. Последовательное сжатие и растяжение литосферы в поле проходящей продольной волны вызывает попеременное увеличение и уменьшение массы горных пород под регистрирующими станциями. Поэтому станции АТРОПАТЕНА регистрируют знакопеременное изменение ускорений силы тяжести, как это показано на модели, рис.2.



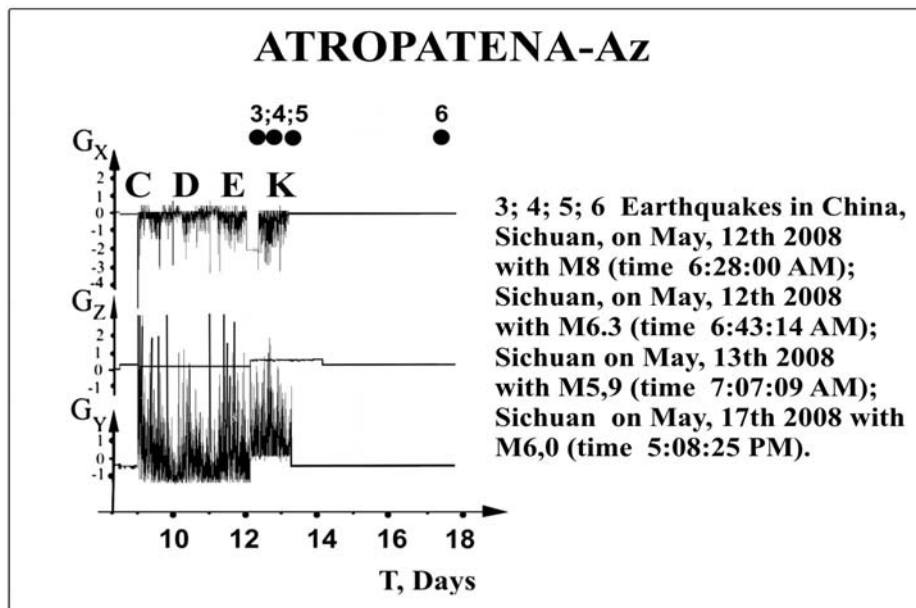
**Рис.2. Модель влияния продольной тектонической волны на знакопеременные изменения плотности горных пород и соответствующие вариации силы тяжести.**  
1-5 – регистрирующие станции АТРОПАТЕНА.

Движение поперечной тектонической волны вызывает знакопеременные изменения плотности горных пород в большой толще литосферы, перпендикулярно направлению распространения волны, рис.3. Последовательное знакопеременное сжатие и растяжение литосферы в поле проходящей поперечной волны, вызывает попеременное увеличение и уменьшение массы горных пород с разных сторон от регистрирующих станций. Поэтому станции АТРОПАТЕНА регистрируют знакопеременные изменения гравитационного поля в двух взаимно перпендикулярных горизонтальных направлениях, как это показано на модели, рис.3.



**Рис.3. Модель влияния поперечной тектонической волны на вариации изменение плотности горных пород в горизонтальном направлении.**

На рис.4. в качестве примера показана гравитограмма, записанная станцией прогнозирования землетрясений АТРОПАТЕНА-AZ перед сильными землетрясениями в Провинции Сычуань (Китай) в мае 2008 г.



**Рис.4. Зарегистрированные аномалии гравитационного поля станцией ATROPATENA-AZ (Баку) перед сильными землетрясениями в провинции Сычуань, Китая в мае 2008 г.**

Таким образом, физический механизм влияния тектонических волн на гравитационное поле Земли, на наш взгляд, логически убедительно обосновывается. Этот механизм может объяснить все существующие предвестники землетрясений гравитационного характера: длиннопериодные трехмерные вариации гравитационного поля, непривлинные вариации силы тяжести, сейсмогравитационные эффекты, вариации гравитационного градиента и т.д.

Между тем, существует также логичное объяснение механизма влияния тектонических волн на геохимические характеристики геологической среды, в том числе: гидрогеохимические, газогеохимические и другие.

### **3.3. Геохимические предвестники землетрясений**

В работе Степанова И.И. (Степанов И.И., 2002) приведены чрезвычайно важные, на наш взгляд, результаты исследований по мониторингу объемных деформаций с помощью геохимического деформометра в районе Авачинского залива /5/. Принцип, положенный в основу деформометра, опирается на открытие Степановым И.И. особого состояния атомов некоторых химически инертных элементов, способных находиться в объеме кристаллических решеток минералов, сходного в некоторых отношениях с идеальным газом и поэтому называемого “квазигазообразным”. По мнению Степанова И.И., такие вещества способны играть роль чувствительных индикаторов величины деформаций кристаллических решеток минералов. При уменьшении объема решетки внутри нее возрастает парциальное давление этого “квазигаса”. Поскольку этот процесс, в первом приближении, можно считать адиабатическим, часть атомов приобретает дополнительную энергию и получает возможность преодолеть потенциальный барьер, существующий на границах раздела: решетка — окружающее открытое пространство. Если система “минерал — окружающая атмосфера” замкнута, то в ней равновесное состояние изменится в сторону повышения концентрации паров данного вещества в газе над минералом. Это состояние обратимо, и при увеличении объема кристаллической

решетки минерала “вытесненные” из нее атомы возвращаются в минерал. Таким образом, непрерывно измеряя содержание атомов данного элемента в газе над минералом, можно судить о степени деформаций минерала. При достаточно низком пределе обнаружения измерительного устройства оказывается возможной регистрация малых деформаций, порядка  $10^{-6}$ , или меньше.

Таким образом, применяемый Степановым И.И. /5/ метод измерения объемных деформаций геологической среды с помощью геохимического деформометра, использует принцип, который может проявляться и в естественной геологической среде при прохождении тектонических волн.

Как известно, горные породы и минералы обладают структурной анизотропией и, следовательно, по-разному сжимаются, в зависимости от направления сжатия. В силу этого свойства, наблюдается своеобразная избирательность геохимических показателей среды (жидкой или газообразной), в зависимости от направления, под которым тектоническая волна проходит через слой горных пород.

Аналогичным образом может происходить изменение концентрации радона в зонах глубинных разломов под действием проходящей тектонической волны.

### **3.4. Гидрогеологические предвестники землетрясений**

Изменения уровня подземных вод при прохождении тектонической волны также логично может быть объяснено процессом выдавливания воды при сжатии пор горных пород (повышение уровня грунтовых вод) и втягивания воды в поры при увеличении их объема под действием растягивающих усилий (снижение уровня грунтовых вод).

### **3.5. Сейсмические и акустические предвестники землетрясений**

Как известно, сейсмические характеристики среды напрямую зависят от ее плотности. В частности, скорость распространения сейсмических волн, коэффициент преломления и коэффициент поглощения, спектральные характеристики и т.д..

Таким образом, знакопеременное изменение плотности больших толщ горных пород под действием проходящей тектонической волны, приводит к периодическим изменениям ее сейсмических свойств, что вызывает модуляцию тектонической волной микросейсмического фона и, так называемую «синхронизацию микросейсмического шума».

Анизотропия горных пород слагающих пласты литосферы приводит к тому, что проходящие под разными углами к сейсмическим станциям тектонические волны, по-разному синхронизируют (модулируют) микросейсмический шум. Это означает, что существует избирательность по направлению (не симметричность диаграммы направленности) кинематических и динамических параметров микросейсмического шума, модулированного под действием тектонических волн /25/.

Аналогичным образом обосновывается проявление акустических, в частности, ультразвуковых и инфразвуковых предвестников землетрясений.

### **3.6. Электрические, магнитные, электромагнитные, оптические и иные предвестники землетрясений**

Знакопеременные изменения напряженного состояния геологической среды под действием тектонической волны должны приводить и к проявлению других известных

предвестников землетрясений. Как известно, изменение уровня подземных вод и плотности пород приводит к изменению электрических свойств горных пород, что проявляется в виде электрических предвестников землетрясений (изменения электрического сопротивления горных пород).

С другой стороны, изменение плотности горных пород приводит к изменению их магнитных свойств (изменения напряженности и других характеристик магнитного поля).

Кроме того, под действием знакопеременных деформаций, кварцсодержащие породы (пьезокристаллы) могут проявлять пьезоэлектрический эффект и, как следствие, обуславливать появление статического электричества в огромных толщах пород. Это, в свою очередь, может оказать влияние на ионизацию нижних слоев атмосферы над проекцией фронта тектонической волны на поверхность Земли.

#### **4.ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕЭФФЕКТИВНОСТИ КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

Результаты наших исследований и рассуждений показали, что проявление предвестников землетрясений имеет значительно более сложную природу, чем это представлялось сейсмологам до настоящего времени /7/.

Таким образом, мы можем предполагать, что существует два типа предвестников землетрясений:

- Локальные предвестники землетрясений;
- Дальнодействующие предвестники землетрясений;

Самая большая проблема заключается в том, что основной причиной обоих типов предвестников землетрясений являются одинаковые механизмы – изменения напряженного состояния горных пород.

##### **4.1.Локальные предвестники землетрясений**

Локальные предвестники землетрясений связаны непосредственно с процессами критического повышения напряженного состояния горных пород в очаговой зоне. В результате этого, проявляются процессы сжатия, растяжения, сдвига, изгиба и т.д. больших толщ слоев Земли в различных участках очаговой зоны. Практически невозможно смоделировать этот процесс из-за его нелинейности /Dr.Robert J. Geller, 1997/. Поэтому, один и тот же очаг землетрясения может иметь различные (не схожие) проявления предвестников при повторных землетрясениях. Подавляющее большинство локальных предвестников землетрясений нестабильно проявляются вблизи эпицентра землетрясения (гравитационные, сейсмические, геохимические, электрические, магнитные, электромагнитные, деформационные и т.д.).

##### **4.2.Дальнодействующие предвестники землетрясений**

Дальнодействующие предвестники землетрясений являются вторичными и отражают проявление изменений различных параметров геологической среды (гравитационные, сейсмические, геохимические, электрические, магнитные, электромагнитные, деформационные и т.д.) под действием тектонических волн, генерируемых очагами готовящихся землетрясений. Физический механизм проявления этих предвестников был описан выше.

## **5. ПРИНЦИПАЛЬНАЯ ОШИБКА СЕЙСМОЛОГИИ ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

Из вышеописанных рассуждений становится понятно, что при краткосрочном прогнозировании землетрясений регистрируются одновременно локальные и дальнедействующие предвестники землетрясений. Поэтому, зачастую, за основу локального краткосрочного прогноза землетрясения (в радиусе нескольких сотен километров от эпицентра землетрясения) принимались дальнедействующие предвестники от очагов землетрясений, находящихся на огромных расстояниях от регистрирующих пунктов (до 10 тысяч километров).

Так как локальные предвестники подчиняются модели Доктора Роберта Геллера, их проявление трудно предсказуемо.

Между тем, дальнедействующие предвестники землетрясений, являющиеся результатом генерирования очагами сильных землетрясений тектонических волн, являются стабильными и высокоинформативными. Как показывает опыт использования станций АТРОПАТЕНА в течение двух лет, дальнедействующие гравитационные предвестники землетрясений позволяют осуществлять прогнозирование, с достоверностью около 90%, и эта вероятность будет увеличиваться по мере включения в Глобальную Сеть Прогнозирования Землетрясений новых станций АТРОПАТЕНА.

## **6. ЧТО ДЕЛАТЬ?**

Почти за 100 лет истории прогнозирования землетрясений сейсмология не только накопила обширную информацию о различных предвестниках землетрясений, но и создала уникальные локальные сети пунктов мониторинга различных параметров геологической среды вокруг очаговых зон сильных землетрясений и глубинных разломов. В различных странах созданы многочисленные сейсмологические полигоны по мониторингу геологической среды.

На наш взгляд, единственным выходом из создавшегося положения является создание Глобальной Сети Прогнозирования Землетрясений, состоящей из объединенных в единую сеть станций прогнозирования землетрясений, регистрирующих наиболее стабильные и высокоинформативные дальнедействующие предвестники землетрясений. Глобальная сеть должна быть соединена с многочисленными локальными сетями. Таким образом, Глобальная Сеть Прогнозирования Землетрясений позволит регистрировать дальнедействующие предвестники землетрясений, а локальные сети одновременно будут регистрировать локальные предвестники. Комплексование дальнедействующих и локальных предвестников позволит повысить точность краткосрочного прогнозирования землетрясений.

Хотелось бы сообщить, что аналог подобной сети уже начал создаваться на базе станций АТРОПАТЕНА с пунктами в Баку (Азербайджан), Исламабад (Пакистан) и Джокджакарта (Индонезия).

## **Литература**

1. Гасанов А.А., Кермова Р.А. Отражение глобальных геодинамических процессов в сейсмогеохимическом режиме флюидов Азербайджана на примере катастрофического землетрясения в Индийском океане (26.12.04;  $M_{LH}=8.9$ ). В кн.

- Геофизика XXI столетия: 2005, М., Сб. Трудов ГЕОН. «Научный мир». 2006. с. 326-330.
2. Петрова Л.Н., Орлов Е.Г., Карпинский В.В. Крупномасштабные деформации Земли перед сильными землетрясениями по наблюдениям с помощью сейсмогравиметров. Физические основы прогнозирования разрушения горных пород. Тезисы докладов VII Международной школы-семинара. Геофизическая обсерватория "Борок" 17-21 октября 2005 года. М., 2005, с 46.
  3. Копылова Г.Н., Пинегина Т.К., Смолина Н.Н., Сейсмогидрогеологические эффекты сильнейших землетрясений (на примере Камчатского региона). Стр. 166-173. Сборник материалов научного совещания «Проблемы современной сейсмогеологии и геодинамики Центральной и Восточной Азии (в 2 томах). 18-24 сентября 2007 ИЗК СО РАН Иркутск.
  4. Любушин А. А. Микросейсмический шум в минутном диапазоне периодов: свойства и возможные прогностические признаки. Физика Земли. № 4, Апрель 2008, с. 17-34.
  5. Степанов И.И. Мониторинг объемных деформаций с помощью геохимического деформометра в районе Авачинского залива. В сб. Современный вулканизм и связанные с ним процессы Материалы юбилейной сессии Камчатского научного центра ДВО РАН, посвященной 40-летию Института вулканологии, 8 – 11 октября 2002 г.
  6. Соболев Г.А., Любушин А.А., Закржевская Н.А. Ассиметричные импульсы, периодичность и синхронизация низкочастотных микросейсм. Вулканология и сейсмология. № 2, Март-Апрель 2008, с. 135-152.
  7. Хаин В.Е., Халилов Э.Н. Пространственно-временные закономерности сейсмической и вулканической активности. Болгария, Burgas, SWB, 2008, 304 с.
  8. Aki K., Earthquake prediction, societal implications, Univ. Southern California, *From Reviews of Geophysics*.  
<http://www.agu.org/revgeophys/aki00/aki00.html>
  9. Dr. Robert J. Geller. *Nature*, vol 385, pg 19-20, 1997.
  10. Robert J. Geller, D. D. Jackson, Y. Y. Kagan, F. Mulargia, Earthquakes cannot be predicted, *From SCIENCE*.  
<http://scec.ess.ucla.edu/%7Eykagan/perspective.html>
  11. Gasanov A.G., Keramova R.A - Hydrogeochemical criteria of Caspian-earthquake (25.11.2000) in ground waters of north-east and north-west of Azerbaijan. International Conference Natural hazards: mitigation and management. March 12-15, 2001, India, Amritsar.
  12. Ian Main, Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal?, Debate in *NATURE*, 1999.  
[http://www.nature.com/nature/debates/earthquake/quake\\_contents.html](http://www.nature.com/nature/debates/earthquake/quake_contents.html)
  13. Ian Main. Earthquake prediction: concluding remarks. *Nature debates*, Week 7, (1999).
  14. Ludwin R.S., 2001, Earthquake Prediction, *Washington Geology*, Vol. 28, No. 3, May 2001, p.27.
  15. Predicting and earthquake.  
<http://earthquake.usgs.gov/hazards/prediction.html>
  16. Robert J. Geller, Jackson D.D., Kagan Y.Y., Mulargia F., Earthquakes cannot be predicted, *From SCIENCE*.  
<http://scec.ess.ucla.edu/%7Eykagan/perspective.html>
  17. Max Wyss, Not yet, but eventually, *Nature debates*, Week 1, (1999).

18. Thanassoulas, C., and Klentos, V., (2001). Very short-term (+/- 1 day, +/- 1 hour) timeprediction of a large imminent earthquake. The “second paper”., Institute of Geology and Mineral Exploration (IGME), Athens, Greece, Open File Report A. 4382, pp 1-24,
19. Mavrodiev Cht., The electromagnetic fields under, on and over Earth surface as “when, where and how” earthquake precursor, European Geophysical Society, Geophysical Research Abstracts, Vol.5, 04049, 2003.
20. Mavrodiev S.Cht., Applied Ecology of the Black Sea, ISBN 1-56072- 613- X, 207 Pages, Nova Science Publishers, Inc., Commack, New York 11725, 1998.
21. Khain V.Y., Khalilov E.N. Tideless variations of gravity before strong distant earthquakes. Science Without Borders. Volume 2. 2006/2006. ICSD/IAS H&E, Innsbruck, 2006, pp.319-339.
22. Khalilov E.N. About possibility of creation of international global system of forecasting the earthquakes “ATROPATENA” (Baku-Yogyakarta-Islamabad). NATURAL CATAclysms AND GLOBAL PROBLEMS OF THE MODERN CIVILIZATION. Special Edition of Transaction of the International Academy of Science. H&E. ICSD/IAS H&E, Innsbruck, 2007, p.p. 51-69.
23. Khalilov E.N. Method for recording low-frequency gravity waves and device for the measurement thereof. Patent of PCT. WO 2005/003818 A1., Geneva, 13.01.2005).