

Л.А. Латынина, Т. В. Гусева

**Зоны неустойчивого
состояния земной коры и
прогноз землетрясений**

Институт физики Земли РАН

Согласно общим представлениям землетрясение - результат механических процессов в Земле. А именно деформации геологической среды, которая завершается разрывом, потерей сплошности объема, сбросом энергии и землетрясением. Сильные землетрясения происходят в области, уже готовой к разрушению, т-е в области неустойчивого состояния среды. Парадокс в том, что в этой схеме нет места сильным землетрясениям Разрушение происходит при более низких напряжениях благодаря триггерным эффектам всевозможных нагрузок: атмосферных земноприливных и других Происходит сброс накопленной энергии в виде слабых землетрясений. «Особенностью сейсмического процесса в в предельно энергонасыщенной среде является его неустойчивость». Поэтому при создании моделей сильных землетрясений авторы включают в сеймотектонический процесс дополнительные механизмы, позволяющие предотвратить сбросы энергии малыми порциями

дилатансию, возникновение магистральных разрывов Неустойчивое состояние среды возникает в результате ее предварительного постепенного разрушения , а также фазовых переходов. Интерес представляет метастабильное состояние среды. В термодинамике рассматривается метастабильное состояние частиц или макросистем. как состояние, в котором объект обладает избытком энергии по сравнению с нормальным и излучение этой избыточной энергии затруднено. Поэтому объект может пребывать в метастабильном состоянии долгое время.Это время метастабильного существования вещества может быть много больше периода разрушения среды, предшествующего землетрясению.

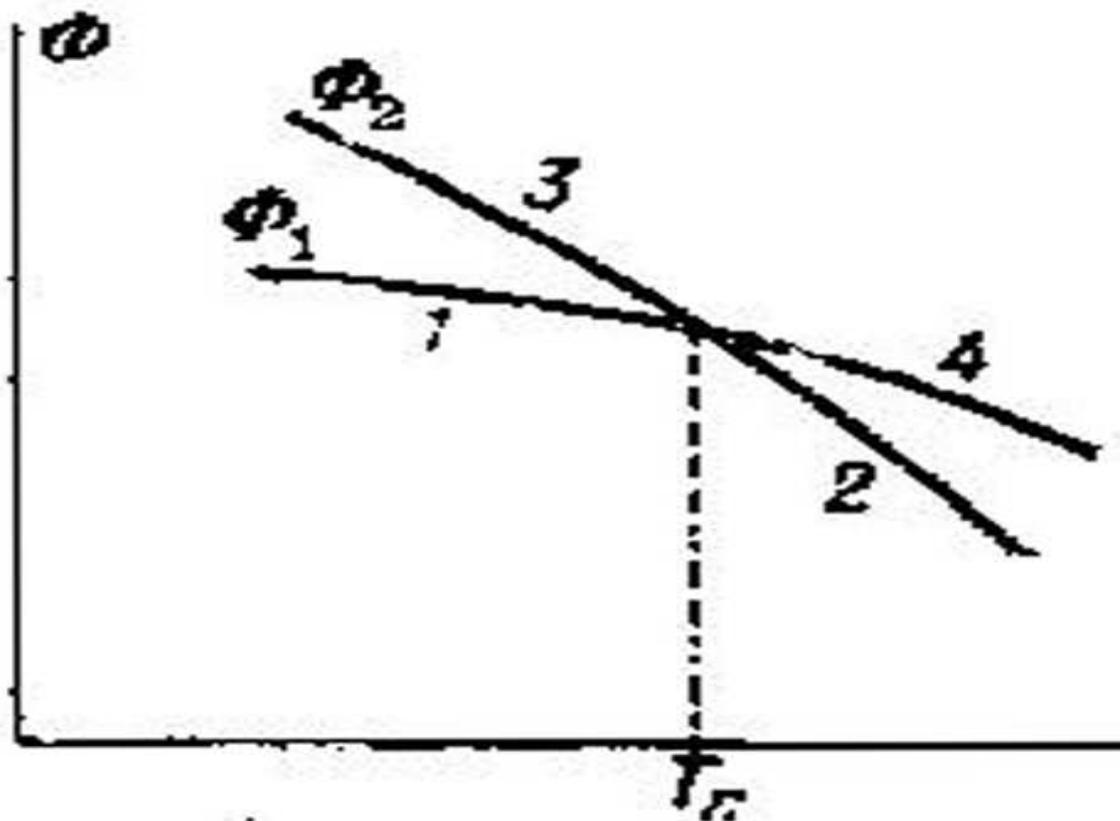


Рис. 2. 1 и 2 — стабильные фазы, 3 — переохлажденная фаза, 4 — перегретая фаза.

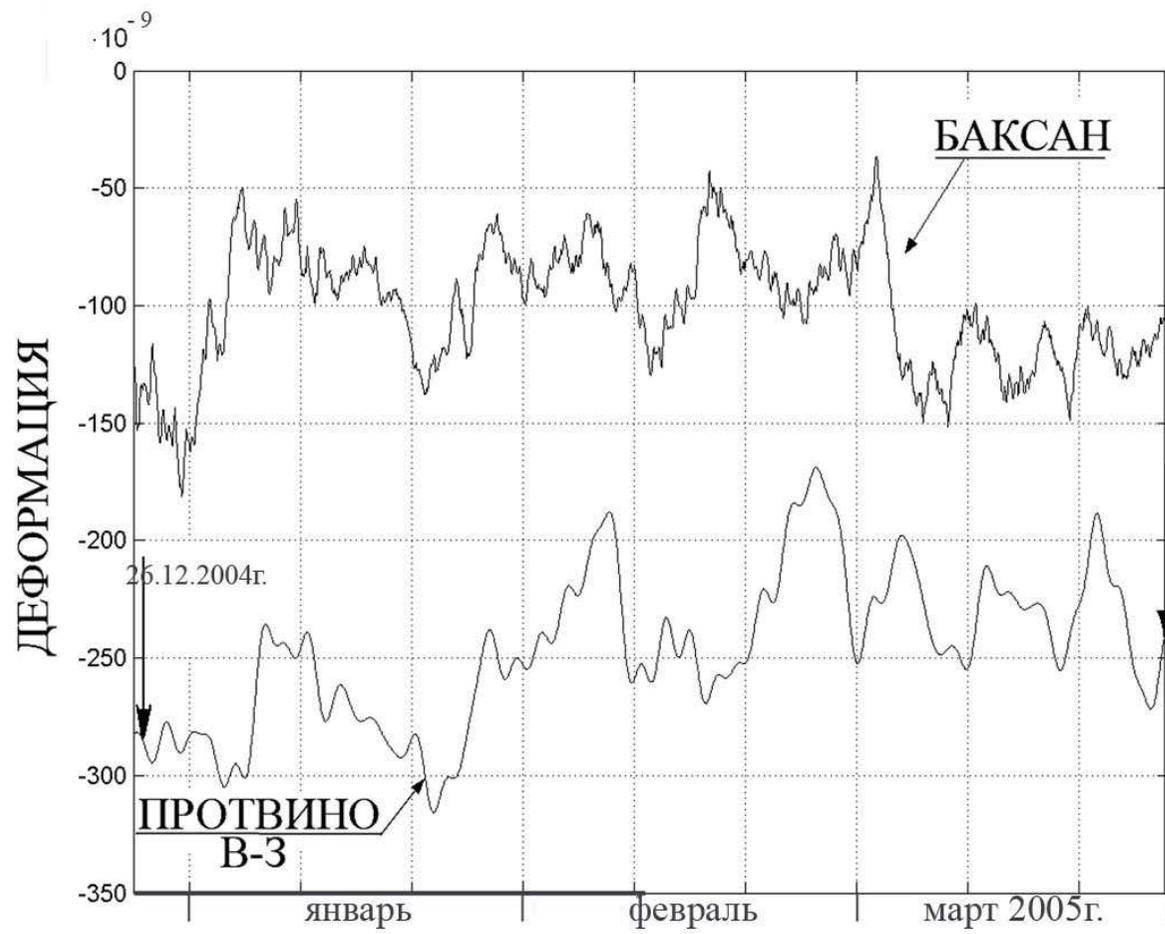
В области Т и Р минимуму термодинамического потенциала Φ_1 соответствует два состояния вещества : жидкость -1, пар - 2. Области отделены друг от друга кривыми фазовых переходов. Вне этих областей термодинамический потенциал Φ_2 выше и вещество, если там находится, то в метастабильном состоянии: в виде перегретой или переохлажденной жидкостей.

Это диаграмма двухфазной среды В области, ограниченной кривой минимума термодинамического потенциала Φ_1 вода и пар находятся в устойчивом состоянии. Выйдя за пределы области, вода становится перегретой или переохлажденной жидкостью. .

Метастабильное состояние отдельных частей земной коры и литосферы- один из показателей сейсмической опасности района Земная кора в метастабильном состоянии способна накопить большие резервы энергии и выделить ее в форме сильного землетрясения. Метастабильное состояние земной коры могло бы быть создано веществом земной коры в фазе хрупкого разрушения и в фазе пластичного сдвига на больших глубинах. Препятствием излучению избыточной энергии может быть стесненный характер деформации. ,

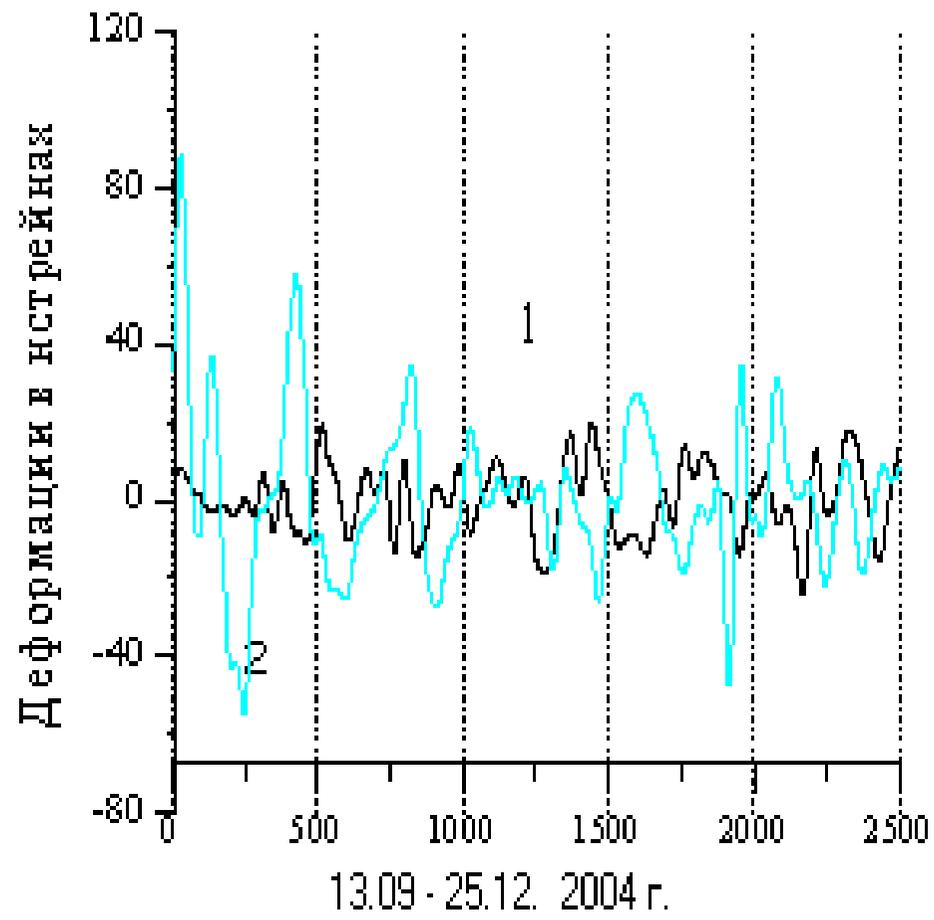
Представление о землетрясении как фазовом переходе метастабильной среды в устойчивое состояние феноменологически соответствует особенностям развития сейсмического процесса. Землетрясение готовится в литосфере многие столетия, монотонно, без заметных проявлений этого процесса на земной поверхности и происходит внезапно, на спокойном сейсмическом фоне, с выделением большого количества энергии. Фазовые превращения рассматриваются в двух аспектах: как возможная причина землетрясений (пример – глубинные землетрясения во впадинах 0 и как создатели метастабильного состояния среды. Наблюдаемое явление последнего дают работы г.А.Соболева с коллегами. Изучались предвестники Тихокеанских землетрясений: Кроноцкого, Нефтегорского . В Хоккайдо и на Суматре изучались потоки микросейсм. Выделялись в периоды, близкие к названным сильнейшим мировым землетрясениям, скрытые периодичности. Они обнаружены и характерные их черты

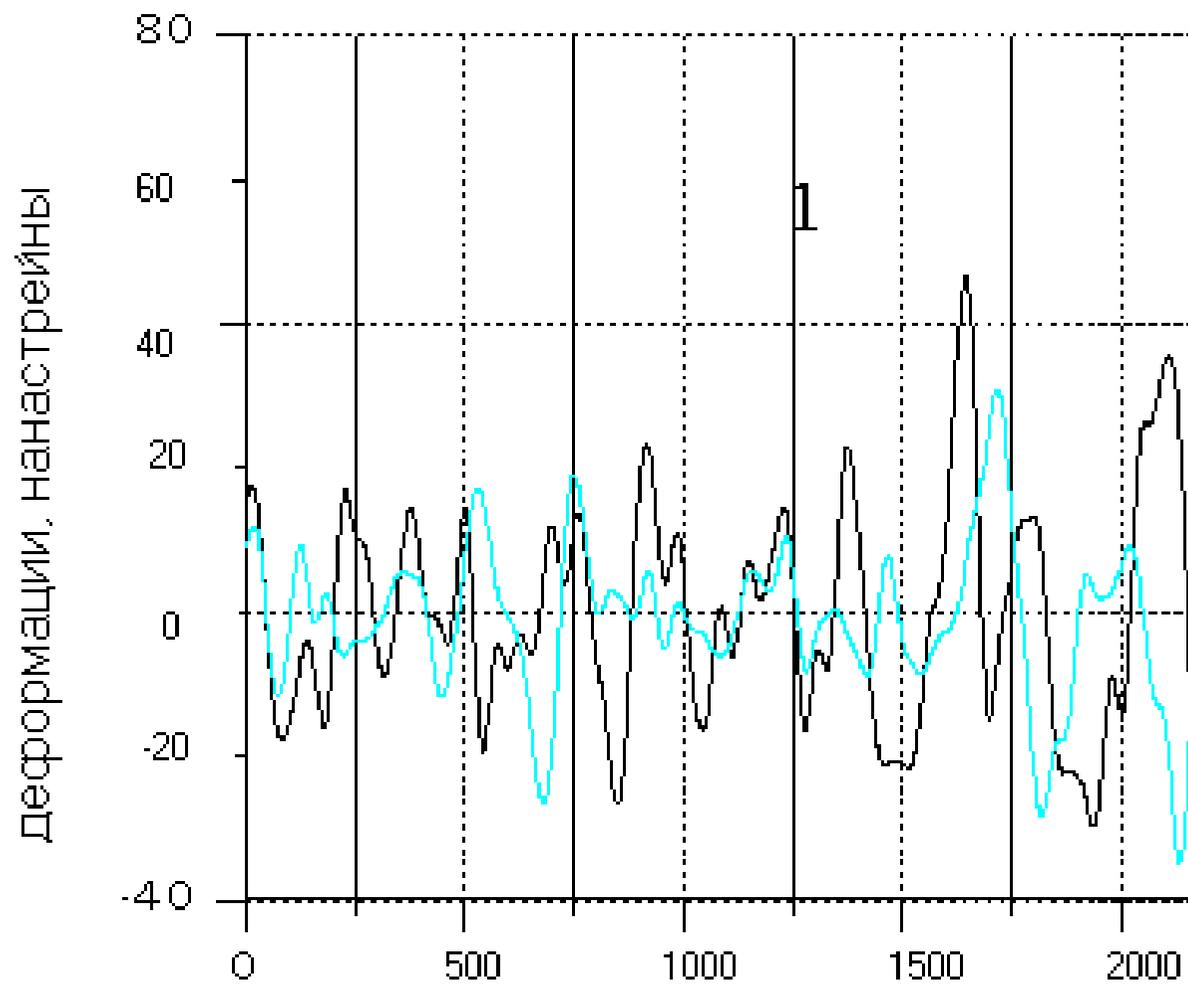
Свидетельствуют об их связи с указанными землетрясениями. Причиной появления таких сигналов авторы считают неустойчивое состояние земной вблизи и вдали от готовящегося очага. Эта область чувствительна к внешним воздействиям. Колебания, которые возникают в такой хаотически дерминированной среде имеют тенденцию синхронизироваться. Мы занимаемся длиннопериодическими колебаниями с периодами от 2 до 29 суток и наблюдаем синхронизацию процесса колебаний вдалеких друг от друга пунктах. Причиной этих колебаний могут быть атмосферные явления и нагрузочные эффекты в океанах. На рис1 дан ход деформаций по записям деформографов в Протвино и Баксане. В период двух землетрясений на Суматре колебания в пунктах протвино и Баксане



частицы определяется избытком энергии, по сравнению с ее энергией в стабильном состоянии. Она может находиться в метастабильном состоянии долгое время, если по каким то причинам излучение этой энергии затруднено

В неустойчивом состоянии при напряжениях, близких к прочности среда не может долго находиться. Энергетические шумы Земли, которых много и которые могут быть велики, например, при атмосферных воздействиях на Землю провоцируют разрушение в той области, которая близка к нему. одна из трудностей моделирования землетрясений состоит в том, что такая модель не пригодна для сильных землетрясений. Триггерные механизмы приводят к разрушению среды задолго до накопления больших энергий

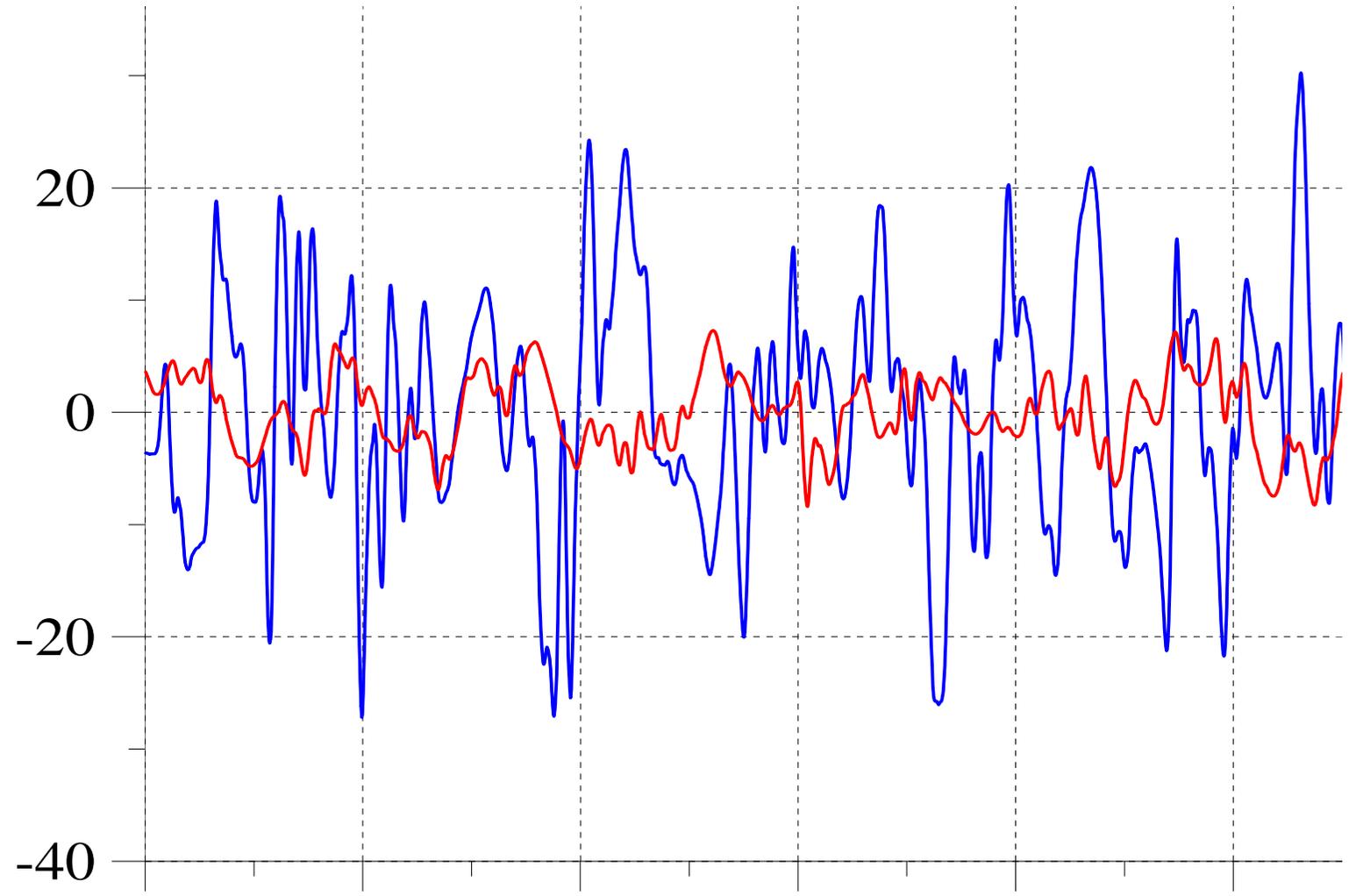




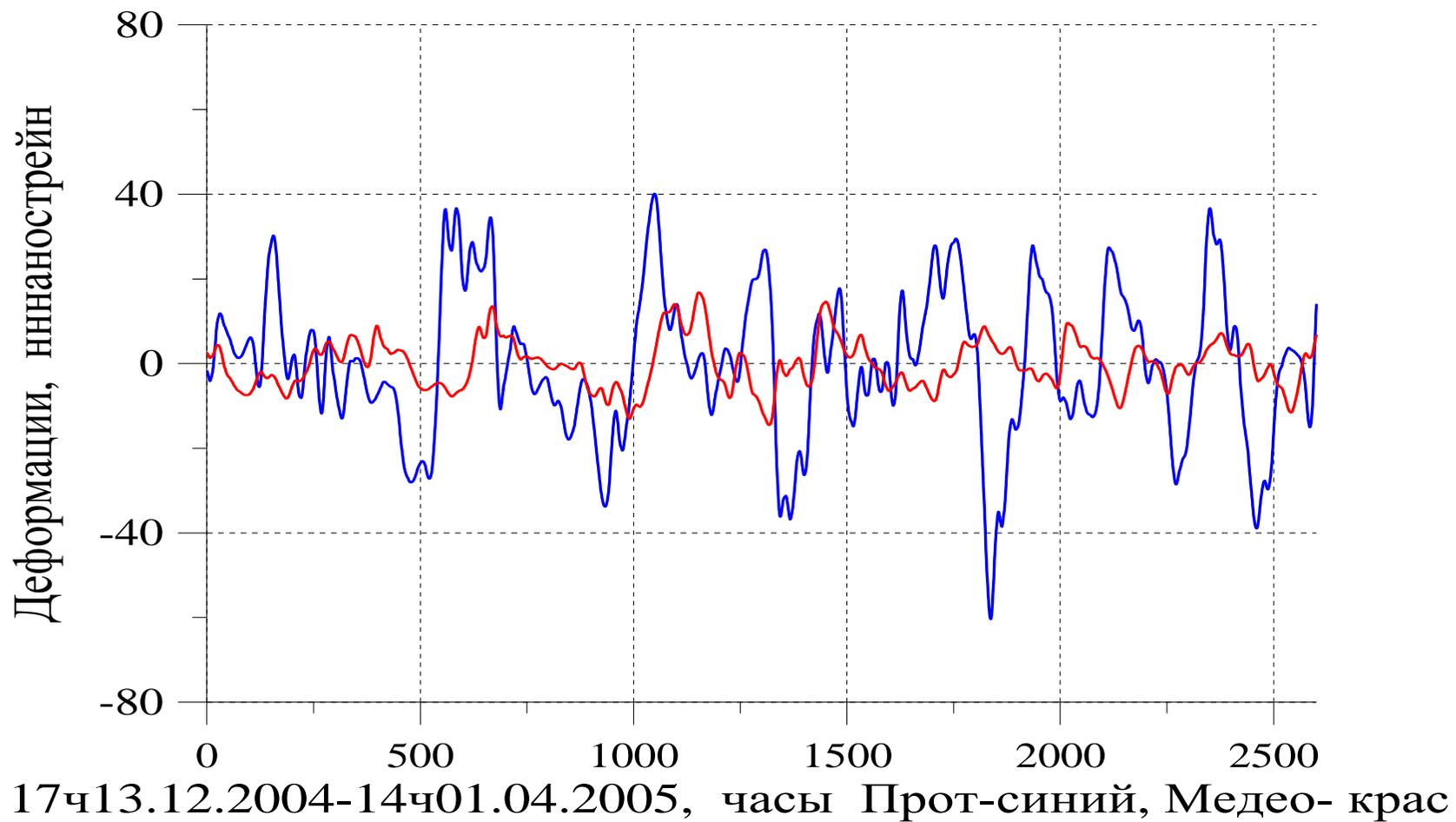
14.12.2004 - 27.03.2005 г

На следующих двух слайдах ход деформации станции Протвино и в Западных Карпатах Вигне....На первом до землетрясения на Суматре...на втором за период с 24.12 по 30.03Ход колебаний более согласован Такая же картина для двух станций Протвино и Медео на Северном Тяньшане

Деформации, нструейн



1.09 -25.12.2004, часы Прот.-синий, Медео-



Сходство кривых деформаций на двух далеких от очага станциях очевидно. Амплитуда вариаций деформаций порядка 50 нстр. Коэффициент корреляции колебаний на этих двух станциях в период с конца декабря до середины февраля порядка 0.5. Выполнен анализ данных еще двух станций Вигне в Словакии и Медео в Алмате. Сравнение колебаний на этих станциях с колебаниями на станции Протвино показывает, что к моменту возникновения землетрясения на Суматре происходит упорядочение колебаний на разных станциях [7,8]. Степень корреляции кривых деформаций в разных пунктах увеличивается. Подобную синхронизацию

неустойчивым состоянием земной коры на континенте. В состоянии неустойчивого равновесия среда чувствительна к внешним воздействиям. В нашем случае колебания деформаций могут определяться колебаниями атмосферного давления. Длительность этих колебаний от нескольких суток до 10-20 суток. Зона сильного землетрясения – это, по определению, зона неустойчивого состояния земной коры. Можно считать, что подобные синхронные колебания на большой территории, не зависимо от их источника свидетельствуют о метастабильной состоянии среды в данном районе и о возможности возникновения здесь сильного землетрясения. Они могут рассматриваться как предвестники