

УДК 551.46+551.446+532.59

Региональное сейсмическое прогнозирование

В.А. Насонкин, О.В. Боборыкина

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
Симферополь 95007. *E-mail: bob04ka14@mail.ru*

Аннотация. Работа посвящена оригинальной методике выявления прогностических признаков региональных землетрясений на примере сейсмического события, произошедшего в мае 2008 года вблизи острова Змеинный. В качестве инструментальных средств используется лазерный интерферометр-деформограф, установленный в Геофизической обсерватории ТНУ (г. Севастополь).

Ключевые слова: лазерный интерферометр-деформограф, землетрясение, литосферные деформации.

Общеизвестна актуальность проблемы краткосрочного прогнозирования возможных землетрясений. К настоящему времени не существует как научно-общепризнанных, так и универсальных методов решения этой проблемы. Исследования в данном направлении ведутся в Таврическом национальном университете более двадцати лет (см. список цитируемых источников). В качестве основных инструментальных средств изучения колебательных процессов в окружающей среде в Геофизической обсерватории ТНУ используются двухлучевые лазерные интерферометры майкельсоновского типа.

Наиболее значимое региональное сейсмическое событие в прошлогоднем сезоне наблюдений произошло в 8h 00m 21s 07.05.08 (время по Гринвичу). Это было землетрясение магнитудой 4,9 и очагом на глубине порядка 10 км. Координаты эпицентра: 45,36° с.ш., 30,92° в.д. [11]. Удалённость от месторасположения интерферометрической станции по порядку величины составила 250 км. Согласно многолетним наблюдениям сейсмологов, землетрясения с сопоставимой магнитудой происходят в акватории Чёрного моря в среднем один раз за год.

На рисунке 1 изображена кривая литосферных деформаций, наблюдавшихся в течение нескольких месяцев до и две недели после этого землетрясения. Даты, отмеченные на горизонтальной оси графика, приводятся в англо-саксонской нотации: месяц/число. По вертикальной оси в качестве единиц измерения указаны относительные деформации. Как видно из рисунка, незадолго до момента землетрясения наклон деформационной кривой радикально уменьшился и даже сменил знак. В последней декаде мая знак наклона восстановился, а его величина превзошла прежние значения. Таким образом, вид крупномасштабных деформационных

процессов в данном случае не демонстрировал каких-либо ярких аномальных особенностей, позволивших бы выдвинуть предположение о готовящемся сейсмическом событии.

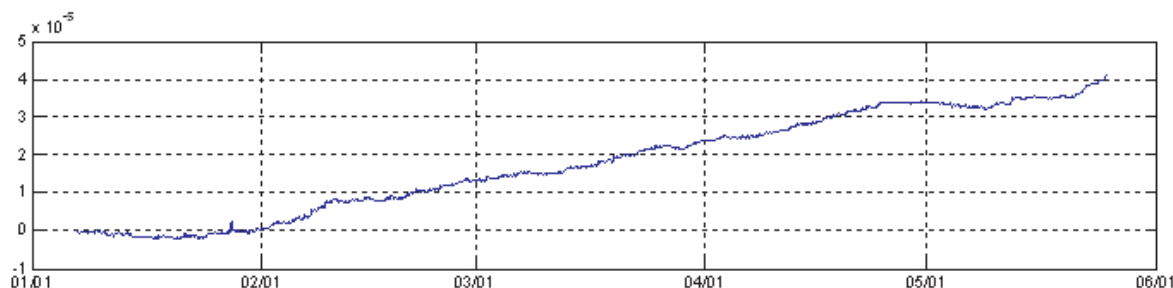


Рис. 1. Общий вид литосферных деформаций, зарегистрированных лазерным интерферометром накануне и после землетрясения

Для решения такого рода прогностических проблем нами на протяжении последних нескольких лет используется оригинальная методика, разработанная сотрудниками интерферометрической станции. Кратко метод описывается следующей совокупностью действий. Диапазон частот (или периодов, что, по сути одно и то же), охватывающий последовательность первых, наиболее продолжительных, сейшей Чёрного моря, разбивается на несколько поддиапазонов. Критерий разбиения — в каждом поддиапазоне находится хотя бы одна мода собственного колебания моря. Экспериментальные данные делятся на последовательные сегменты одинаковой длительности. Обычно соседние реализации "пересекаются" друг с другом на величину от четверти до трети своей продолжительности. Так поступают потому, что при вычислении спектральных оценок используют весовые функции, которые кардинально уменьшают вклад начальных и конечных фрагментов каждой из реализаций. Единая длина для каждого сегмента выбирается из расчёта получить значимые оценки спектральной плотности мощности (СПМ) в поддиапазоне с максимальными значениями периодов спектральных гармоник. После предобработки каждой реализации, которая состоит из прореживания (децимации), компенсации локального тренда, исключения наиболее интенсивных приливных гравитационных гармоник, и полосовой фильтрации, выполняется числовой спектральный анализ. Вычисляются суммарные значения СПМ в каждом из упомянутых поддиапазонов, результаты запоминаются как значения функции времени, в качестве аргумента которой выбираются моменты, соответствующие срединной части реализации. Далее процесс повторяется для следующего сегмента данных. В результате получаем столько временных последовательностей, сколько диапазонов периодов было запланировано. Результаты интерпретируются следующим образом. Чем спокойней был сигнал в данном диапазоне в соответствующий период времени, тем меньше значение соответствующей оценки СПМ. И наоборот — чем интенсивней протекали деформационные процессы в исследуемом диапазоне

частот, тем больше значение полученной функции в соответствующие интервалы времени. Серия рисунков с номерами 2, 3, 4, 5, 6 представляет графики зависимости СПМ от времени в десяти поддиапазонах, полученные из деформационных данных лазерного интерферометра. Не трудно убедиться, что в большей части функций кривые резко шли вверх на промежутках, непосредственно предшествовавших моменту упоминавшегося землетрясения. Отсутствие такой закономерности для последовательностей из интервалов 11,90h - 14,40h и 9,60h - 11,65h мы поясняем тем, что в этих поддиапазонах периодов размещаются полусуточные лунно-солнечные гармоники гравитационных периодов, которые в данном временном масштабе можно охарактеризовать как "стационарные" процессы. Эта интерпретация подкрепляется негладкой формой этих двух кривых, т.е. полусуточные гармоники эффективным образом генерируют своеобразные биения. В качестве масштаба по вертикали на всех графиках используются (отн. деф.) $2/\Gamma$ ц.

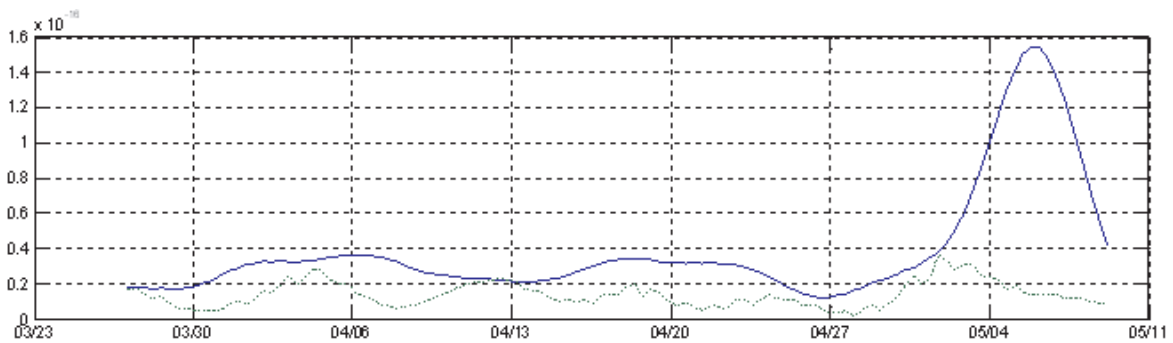


Рис. 2. В диапазонах: 14,79h - 21,05h (сплошная кривая); 11,90h - 14,40h (пунктирная кривая)

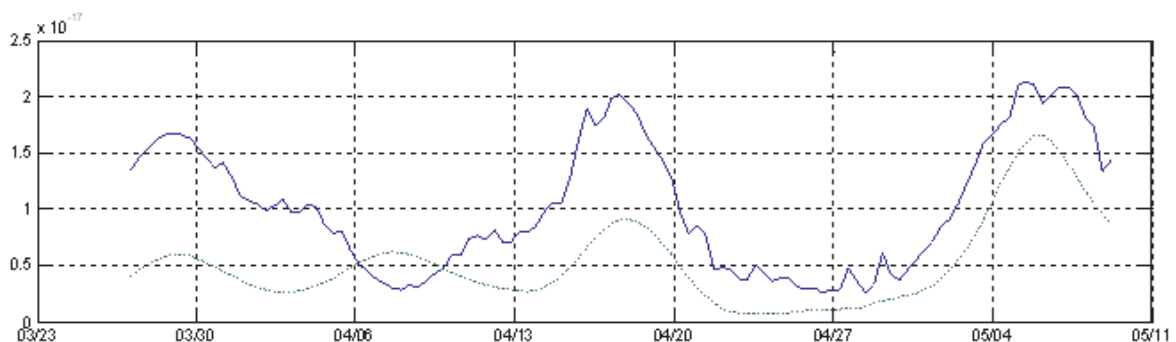


Рис. 3. В диапазонах: 9,60h - 11,65h (сплошная кривая); 7,82h - 9,44h (пунктирная кривая)

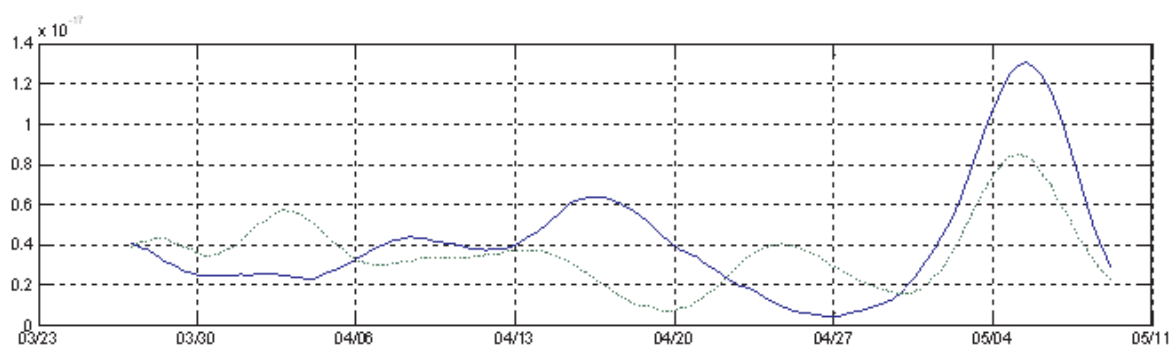


Рис. 4. В диапазонах: 9,60h - 11,65h (сплошная кривая); 7,82h - 9,44h (пунктирная кривая)

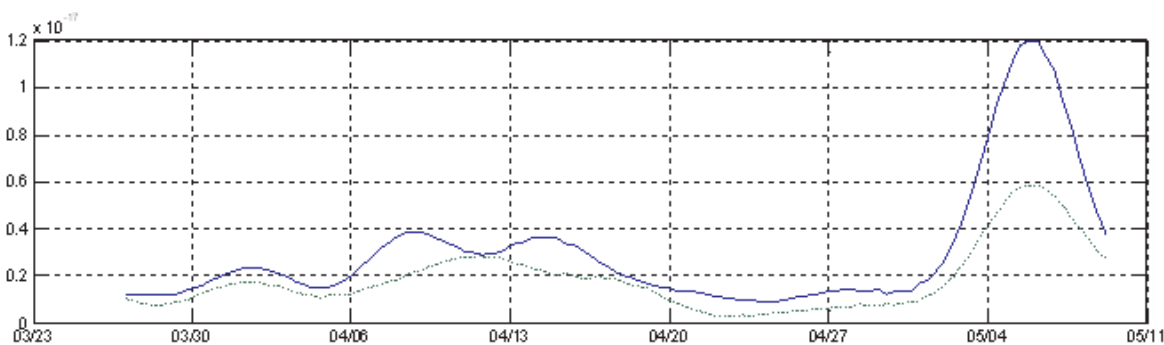


Рис. 5. В диапазонах: 5,31h - 6,02h (сплошная кривая); 4,93h - 5,26h (пунктирная кривая)

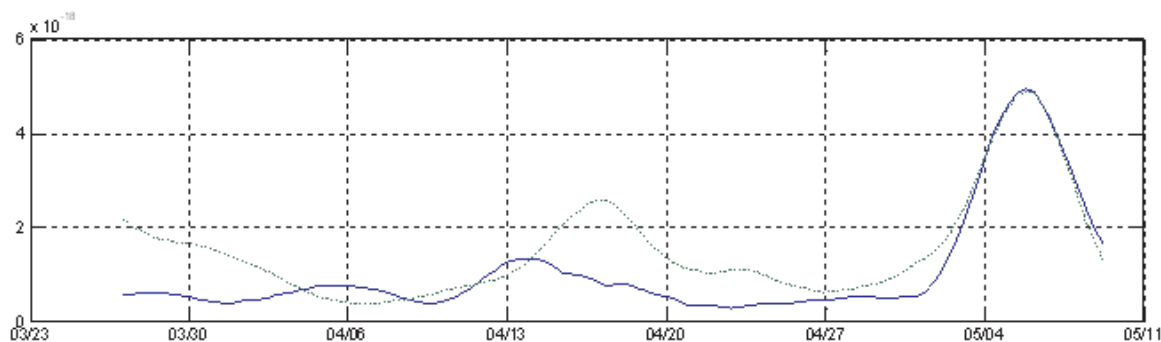


Рис. 6. В диапазонах: 4,56h - 4,89h (сплошная кривая); 4,21h - 4,52h (пунктирная кривая)

Возможной альтернативой "не геофизическому происхождению" особенностей в динамике СПМ являются погодные явления. Однако анализ топологии изобарических линий над Черным морем в исследуемый период времени не позволяет

предположить, что изменения атмосферного давления могли столь сильно возбудить моды сейшей моря. В этой связи мы считаем возможным трактовать столь резкий рост в зависимостях СПМ от времени как предвестник произошедшего землетрясения.

Список цитируемых источников

1. *Нестеров В.В., Головин С.Л., Насонкин В.А.* Исследования деформаций земной коры лазерными интерферометрами // *Динамические системы*. — Киев: Выща школа, 1990. — С. 60–65.
2. *Нестеров В.В., Головин С.Л., Насонкин В.А.* Измерение длиннопериодных колебаний Земли лазерными интерферометрами – деформографами // *Изв. АН СССР. Физика Земли*. — 1990. , № 4. — С. 72–78.
3. *Нестеров В.В., Насонкин В.А., Боборыкина О.В.* Исследования деформационных предвестников землетрясений в Черноморском регионе средствами большебазовой лазерной интерферометрии. // *Сейсмологический бюллетень землетрясений Украины за 1993* . — Симферополь. 1996. — С. 76–80.
4. *Чехов В.Н., Нестеров В.В., Иванов Ю.Б., Насонкин В.А.* Сверхдлиннопериодные литосферные деформации, возбуждаемые сейшевыми колебаниями. // *Докл. АН России. Геофизика*.1994. 336.№3 С. 391–393.
5. *Иванов Ю.Б., Насонкин В.А., Нестеров В.В., Чехов В.Н.* Исследования сверхдлиннопериодных литосферных деформаций, предшествующих землетрясениям. // *Геофизический журнал* . —Киев: 1990. , т.16. -№5. — С. 17–26.
6. *Иванов Ю.Б., Насонкин В.А., Нестеров В.В., Чехов В.Н.* Литосферные деформации, возбуждаемые сейшами Черного моря . // *Геофизический журнал* . —Киев: 1994. , т.16. -№№6. — С. 53–60.
7. *Иванов Ю.Б., Насонкин В.А., Нестеров В.В., Чехов В.Н.* Исследования литосферных деформаций, предшествующих землетрясениям, средствами большебазовой лазерной интерферометрии – деформографами // *Изв. АН СССР. Физика Земли*. — 1995. , № 7. — С. 51–62.
8. *Боборыкина О.В., Насонкин В.А.* К вопросу о возможности выработки краткосрочного прогноза землетрясений на примере записей лазерного интерферометра-деформографа.. // *Сейсмологический бюллетень землетрясений Украины за 1999* . — Симферополь. 2001. — С. 90–95.
9. *Иванов Ю.Б., Насонкин В.А., Боборыкина О.В.* Вычислительные эксперименты и инструментальные наблюдения низкочастотных колебаний Чёрного моря // *ДАН*. — 2005. , Т. 403. № 4. — С. 530–533.
10. *Насонкин В.А., Чехов В.Н., Боборыкина О.В.* Некоторые результаты измерений литосферных деформаций. //"*Динамические системы* г. Симферополь. 2008. Вып. 24.- С.117-120. ISSN .
11. *Earthquake Hazards Program USA*. — http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic_global.html.

Получена 30.04.2009