

АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ

**Молдобеков К.М., **Молдобекова С.*

**Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова,
Бишкек, Кыргызская Республика
**ИС НАН КР*

Мезгил жана мейкиндиктердеги жер титироолордун динамикалык куудуштарын компьютерде моделдештируу алгоритмалары жана программалары иштетилип чыгарылган.

Разработаны алгоритмы и программы компьютерного моделирования динамики проявления землетрясений во времени и пространстве.

In this article algorithms and programs are developed for computer modeling of dynamics of manifestation earthquakes in time and space.

Целью исследования является моделирование аномальных проявлений параметров предвестников землетрясений во времени и пространстве.

Постановка задачи. Пусть производится непрерывный мониторинг за изменениями значений предвестников землетрясений $P_i(t)$ в течение времени t , $i=1,2,\dots, k$ – предвестники. В результате мониторинга можно получить временной ряд значений сейсмо-геофизических полей (в дальнейшем параметры предвестника). Как показывает практика [1,2], что перед сильными землетрясениями происходит аномальное изменение величины $P_i(t)$ в каком-то интервале времени. Задача заключается в изучении пространственно-временного распределения параметров предвестника, выделении и параметризации аномальных участков временного ряда.

Ограничения. 1. Единичные скачки величины $P_i(t)$ за один шаг измерения считается ошибкой и не рассматривается как предвестник.

2. Отсутствует наложение нескольких предвестников.

Алгоритмы моделирования пространственного распределения очагов землетрясений

Алгоритм моделирования построен на основе пакета прикладных программ MATLAB. Нами рассмотрены распределения очагов землетрясений по глубине и координатам φ^0 (северная широта), λ^0 (восточная долгота). Для наглядности результатов моделирования нами изучена динамика развития афтершоков сильною Суусамырского землетрясения 1992 года. По данным радиотелеметрической сети было зафиксировано более 1700 афтершоков. По координатам землетрясений был построен график развития афтершоковой деятельности.

На рис. 1 показаны распределения афтершоков в пространстве (а) и площади (б). Как видно, общая протяженность афтершоковой области составляет 1^0 ($73^0 - 74^0$) по восточной долготе и 0.4^0 – северной широте, т.е она имеет широтное простираение. Афтершоковая область имеет форму эллипса с полуосями: 1^0 – большая полуось; 0.4^0 – малая полуось.

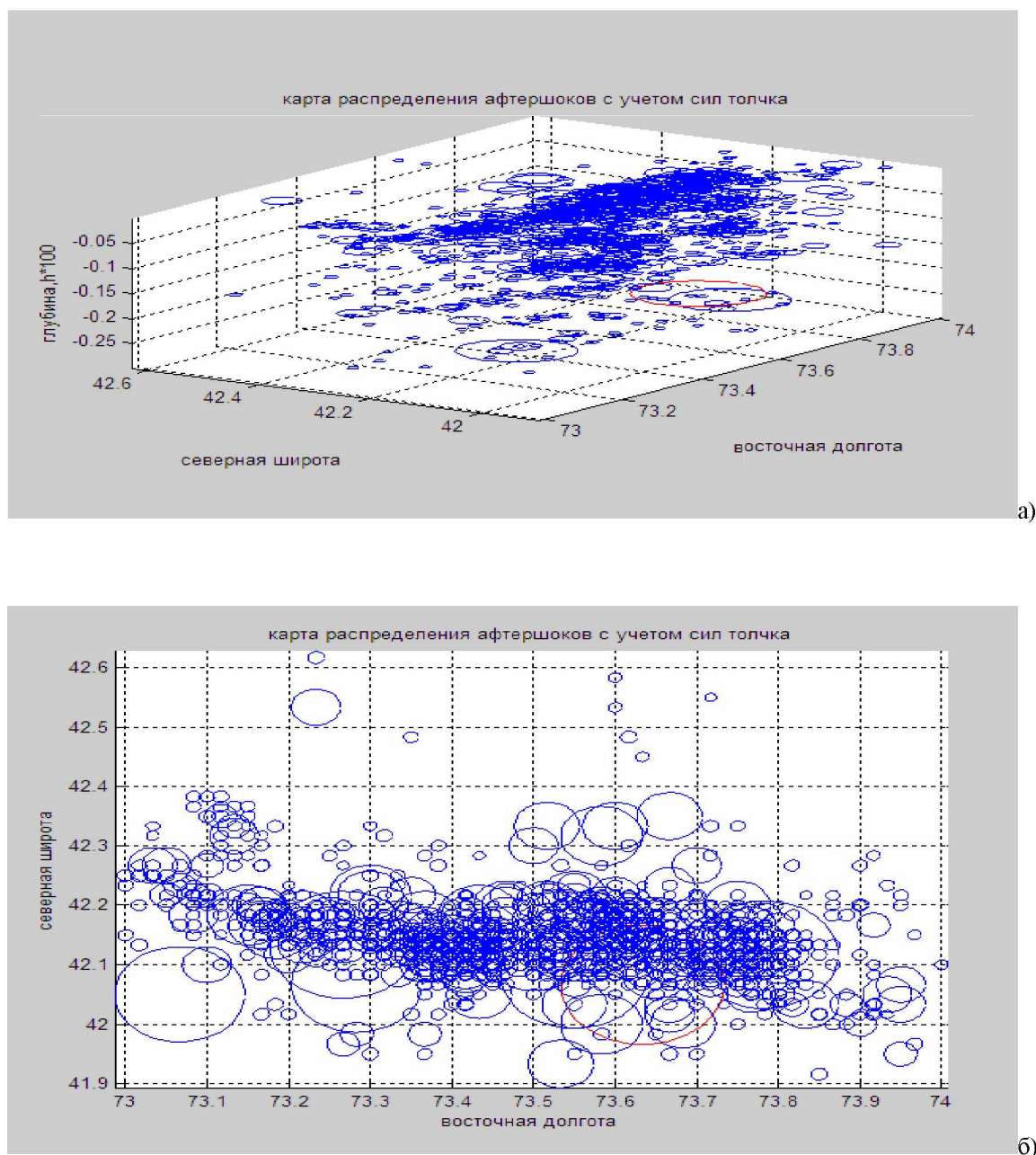


Рис. 1. Карта – схема распределения афтершоков Суусамырского землетрясения 1992 г. а) пространственное распределение; б) распределение по площади.

На рис. 2 показан график динамики затухания афтершоков, который имеет экспоненциальную форму. Как видно, максимальная энергия приходится на первые десять суток. Это говорит о том, что наиболее сильные и ощутимые толчки произошли в течение 10 – 15 суток. Основная масса повторных толчков произошла в течение 60 дней.



Рис. 2. График динамики затухания афтершоков Суусамырского землетрясения 1992-г.

Аналогично вышеприведенным данным можно изучать динамику проявлений землетрясений различных сейсмоактивных зон территории Кыргызской Республики.

Алгоритмы выделения аномальных участков временного ряда.

Алгоритм решения задачи заключается: 1) Разбиение измеренных данных на перекрывающиеся последовательности интервалов с вычислением средне - интервальных значений $\overline{P}_i(t)$. 2) Выбор длину интервала Δt_i ($i=1,2,\dots, k$ – интервалы) и шага перекрытия i -го и $(i + l)$ - го интервалов $L_{i,i+l}$. Из опыта следует что наиболее оптимальное значение $L_{i,i+l}$ равно $L_{i,i+l} = \frac{1}{2} \Delta t$. Ширина Δt равна шести измеренным значениям $P_i(t)$. Тогда $\Delta t_{i+l} = L_{i,i+l} + C$, где $C=3$ новым измеренным данным. Значения $\overline{P}_i(t)$ заносить в массив M1.

3) Вычислять тангенс угла α , т.е. $\text{tg}\alpha$ прямых, соединяющих два последовательных среднеинтервальных значений по элементам M1 для всего временного ряда. 4) По величине $\text{tg}\alpha$ определять точки перегибов графика $P_i(t)$. Для аномальных участков таких точек перегибов четыре. 5) В каждой точке перегибов фиксировать значений $P_i(t)$ и отмечать на графике условным знаком «*». Эти точки показывают на начало, максимум и конец аномальных изменений во временном ряде. После завершения счета график, M1 и координаты точки перегибов выдаются на печать.

На рис.3 показана блок - схема реализации программы. Она работает для любого случая с учетом того, что аномальный участок будет характеризоваться резким увеличением или уменьшением (спадом) измеренных значений $P_i(t)$.

На рис. 4 показаны графики аномальных участков временных рядов. Аномальный участок выделен красным цветом. Звездочками обозначены максимальное, начало и конец аномального участка.

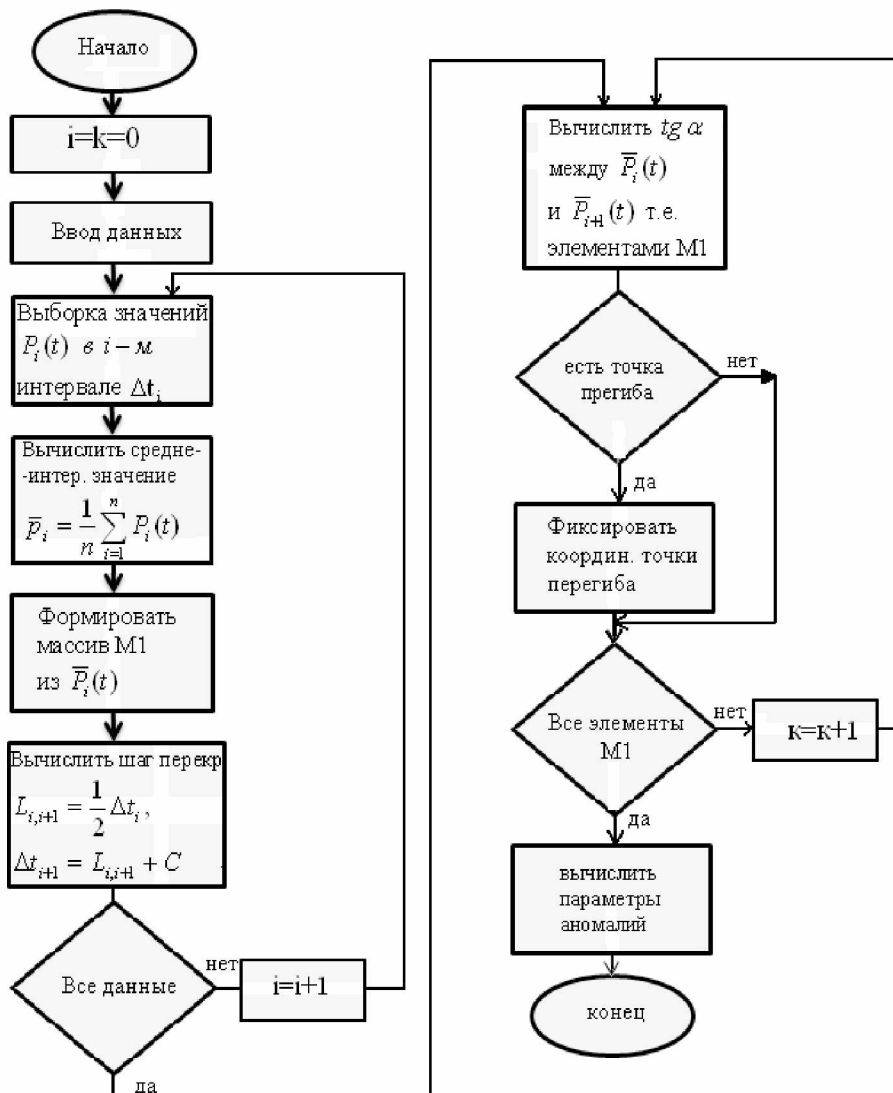
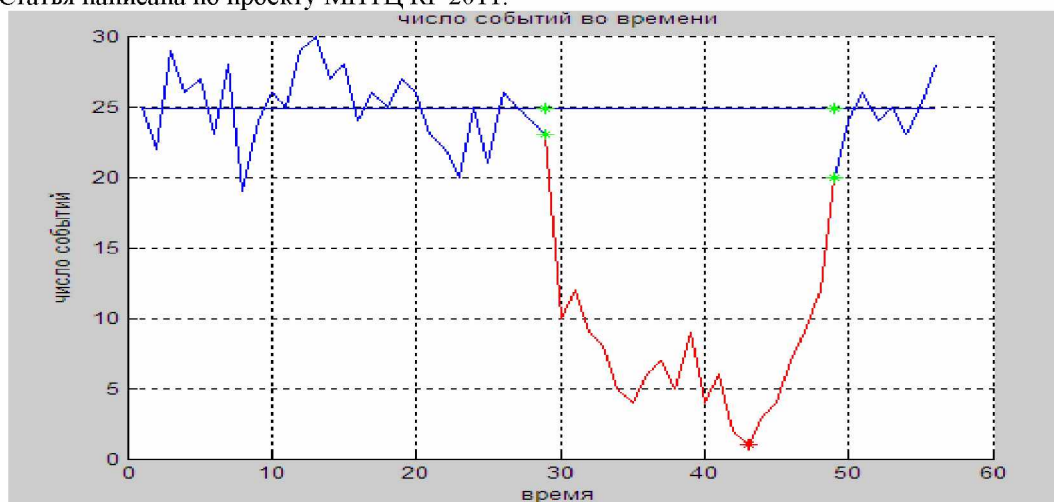


Рис. 3. Блок - схема реализации программы

В заключении отметим, что разработанный алгоритм, а также программное обеспечение позволяют выделять аномальные участки временного хода изменения значений изучаемого параметра. Статья написана по проекту МНТЦ КР 2011.



а)



б)

Рис. 4. Аномальные участки временного ряда по вариантам: а) и б)

Литература

1. Шебалин П.Н. Методология прогноза сильных землетрясений с периодом ожидания менее года. Вычислительная сейсмология. Выпуск 37.-М.: ГЕОС, 2006.
2. Молдобеков К. Модель представления базы знаний в прогнозирующих экспертных системах. // Изв. КГТУ им. И.Раззакова. Бишкек.- 2011. -№23.- с.172 - 174.

УДК 633.02

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В ОКРЕСТНОСТИ БЛОЧНЫХ СТРУКТУР ПОД ДЕЙСТВИЕМ УПРУГОЙ ВОЛНЫ

*Курманалиев К., Султангазиева А.К., Турдукулова А.К.
Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова,
Бишкек, Кыргызская Республика*

Рассмотрены задачи о взаимодействии сейсмической волны с регулярной системой включений (блочные структуры с правильными формами), расположенные вблизи свободной поверхности горного массива.

Consider the problem of the interaction of seismic waves with a regular system of inclusions (block structures with the correct forms), located near the free surface of the rock mass.

Рассматриваются задачи о взаимодействии сейсмической волны с регулярной системой включений (блочные структуры с правильными формами), расположенных вблизи свободной поверхности горного массива. Ось системы параллельна границе полупространства моделирующая плоскость как средний срез свободной поверхности.

Необходимость анализа таких задач возникает при оценке динамических и кинематических параметров взаимодействия сейсмических волн с блочными структурами, а также фундаментами протяженных сооружений, подземными трубопроводами, с обделками тоннелей метрополитенов неглубокого заложения /1,2,3/ и т.п.

В задачах с учетом свободной поверхности рассмотрим как внешнее, так и внутреннее воздействие. В первом случае прямая волна действует со стороны свободной поверхности (нагрузка на границе), обтекает систему и уходит вглубь полупространства, а дифракционные возмущения, отражаясь от поверхности блоков выходят обратно на свободную поверхность и образуют вторичную волну, взаимодействующую с включениями, и далее этот процесс повторяется. Во второй задаче прямая волна движется из глубины полупространства, обтекает элементы системы, выходит вместе с дифракционной на свободную поверхность, отражается от нее, движется назад, затем частично отражается от включений и далее с поверхностью взаимодействуют вторично дифрагированные возмущения. Если в текущий момент времени отраженные от поверхности возмущения не достигают контуров включений, то для определения параметров процесса направленные движения прямой волны не играют роли.



б)

Рис. 4. Аномальные участки временного ряда по вариантам: а) и б)

Литература

1. Шебалин П.Н. Методология прогноза сильных землетрясений с периодом ожидания менее года. Вычислительная сейсмология. Выпуск 37.-М.: ГЕОС, 2006.
2. Молдобеков К. Модель представления базы знаний в прогнозирующих экспертных системах. // Изв. КГТУ им. И.Раззакова. Бишкек.- 2011. -№23.- с.172 - 174.