

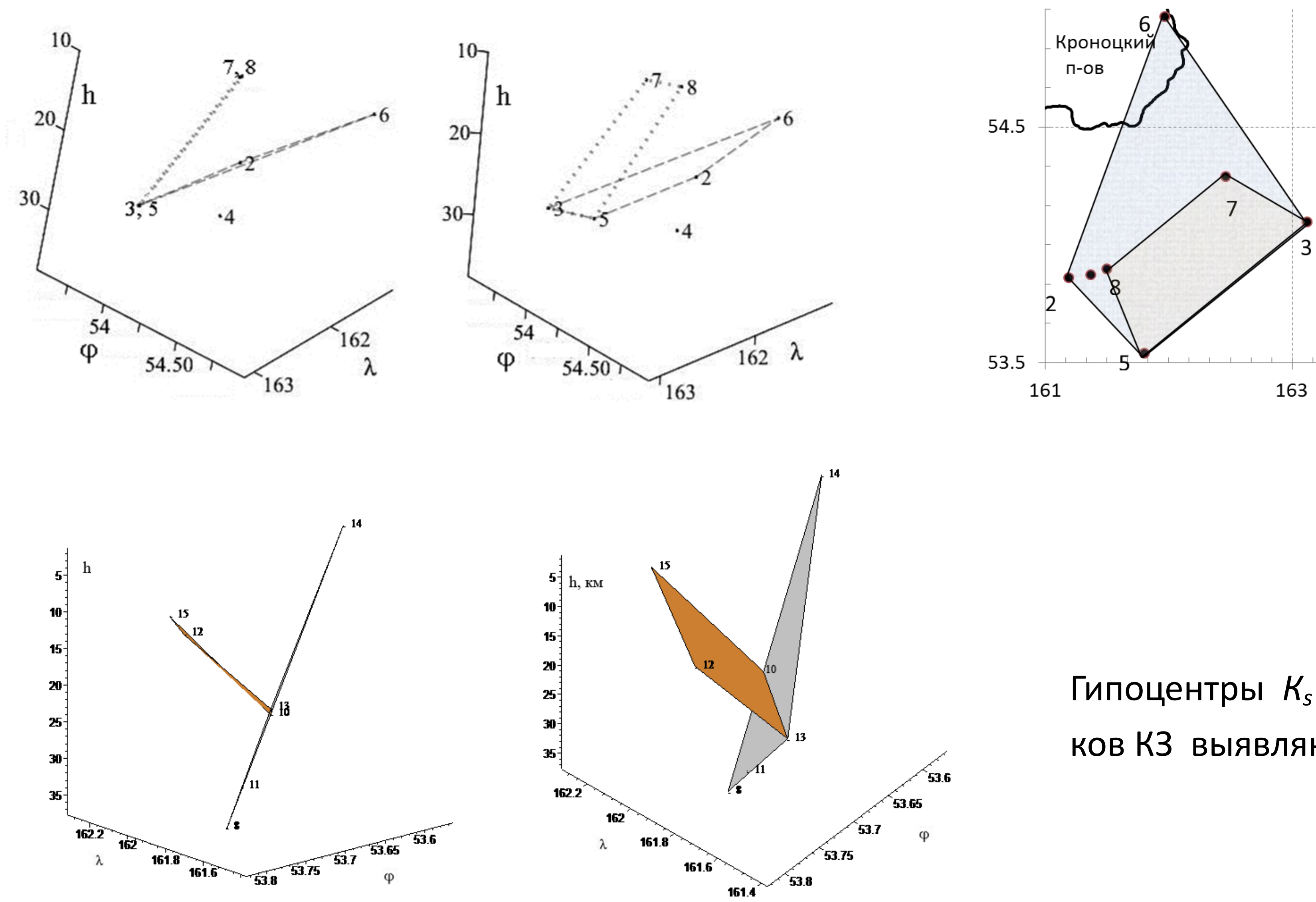
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ АФТЕРШОКОВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ КРОНОЦКОГО 1997 Г ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

А.Н.Кролевец, В.А.Широков

¹Петропавловский филиал РАНХиГС, ²Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН, priemnaya@pk.ranepa.ru

- Имеет ли геофизическая среда структуру?
- Представлена ли структура блоками в масштабах до самых мелких?
- Ограничены ли движения в среде лишь деформациями, вспарыванием возникающих в случайных местах разрывов, упругой отдачей, залечиванием разрыва, или движения блоков по типу стик-слип не прекращаются по перманентно существующим поверхностям?

Ответы содержатся в наблюдательных данных. Проще приблизиться к ответу на поставленные вопросы, интерпретируя афтершоковые последовательности.



Реальность структуры. Гипоцентры следующих подряд, с $K_s \geq 12.2$ в течение первых 25 минут после основного события (11:26 05.12.1997 г.) КЗ афтершоков, выявляют в пространстве две плоскости. Выпадающее событие №4 имеет наинизший класс в группе $K_s=12,2$.

Гипоцентры $K_s \geq 12.2$ следующих с 12:54 по 21:19 05.12.1997 г афтершоков КЗ выявляют в пространстве ещё две плоскости.

Плоскости **предлагается интерпретировать** как длительно существующие границы - грани скользящих блоков вещества. Характер движения в объёме – квазинепрерывный; на гранях - стик-слип. Грани – проявление существующей структуры среды (**СС**).

Конкурирующая альтернативная точка зрения. Нет структуры (НС). Разрывы среды залечиваются до того, как поблизости возникнет новый. **Особенности сейсмичности в каждом из случаев**

Ситуация	Структуры нет	Структура есть. Характер движения блоков
Ограниченный промежуток времени. Ограниченный объём пространства. Характер статистического распределения интервалов между событиями.	Пуассоновский поток событий: экспоненциальное распределение с квазипостоянным параметром λ .	Распределение интервалов определяется характером движения блоков. Возможны серии периодического следования событий. Равномерное. Или серии затухающего: $\Delta t \approx -\tau \ln(1-i/m)$.
Ограниченный промежуток времени, но значительный объём пространства.	Пуассоновский поток событий. Экспоненциальное распределение с квазипостоянным параметром λ .	Наложение периодически следующих событий, порождаемых равномерным движением множества блоков. Скорости отличаются, периоды несоизмеримы.
Значительный промежуток времени, значительный объём пространства.	λ изменяется в широких пределах – формальные признаки фрактальности	Скорости движения множества блоков варьируются. Пуассоновский поток. λ изменяется в широких пределах. – формальные признаки фрактальности
Вывод: для выявления характерных признаков существования или отсутствия структуры следует анализировать характер статистического распределения интервалов между событиями в ограниченном объёме в течение ограниченного промежутка времени. Идеальная ситуация: афтершоковый процесс.		

Объект анализа: примыкающие к выявленным двум плоскостям афтершоковые события с $K_s \geq 11$, произошедшие с 05.12.97 11:26 по 30.05.98 г. В промежуток времени с 02.01.98 по 30.05.98 ни одного такого события не произошло. До 01.01.98 произошло 79 событий. События могут быть сгруппированы в шесть серий (6 С). Две серии интерпретируются как затухающее движение вещества, а четыре - равномерного. Для 79 событий подобраны параметры (их три), наилучшим образом приближающие модель Утсу (М У). С другой стороны, подобрано 24 параметра для всех шести серий. Выдвинута статистическая гипотеза H_0 о неразличимости (равнозначности) моделей: 6 Серий против Модели Утсу. Вычислены дисперсии на одну степень свободы (RSS) для каждой из моделей, параметр статистики Фишера. $RSS_{My}=4.56$ $RSS_{6C}=0.574$. Параметр статистики Фишера $F=4.56/0.574=7.95$. При данном наборе параметров, нулевая гипотеза отклоняется. Вероятность допустить при этом ошибку менее 10^{-12} Модель 6С Значимо лучше приближает данные, чем модель Утсу. Для первой серии афтершоков: с 11:35 по 11:51 5.05.97 – 7 событий определён средний промежуток времени Т между событиями и их стандартное отклонение σ . Установлено, что они значимо различаются: $\sigma < T$. Вывод: поток не Пуассоновский. Для Пуассоновского потока следовало ожидать $\sigma=T$. Вторая серия афтершоков с 12:05 по 15:55 5.12.97, m-1=13– затухающая. Зависимость времени t_i от начала серии до i-того события линейна по параметру $\psi=\ln(1-i/m)$. Значение коэффициента детерминации $R^2=0.995$. Компьютерная программа разыгрывала по методу Монте-Карло пуассоновские последовательности событий с затухающей по экспоненциальному закону интенсивностью. Из 400 разыгранных серий не меньшее R^2 значение имело место лишь в 2х случаях.
--

Вывод: В первых двух сериях сильнейших афтершоков КЗ имеются признаки, которые на статистически значимом уровне интерпретируются, как следствие непрерывного в достаточной мере детерминированного движения вещества, но не деформационных процессов с разрушениями, возникающими в случайные моменты времени.

Список литературы

Баранов С.В., Чебров Д.В. Моделирование и прогнозирование афтершоковых процессов Камчатки// Физика Земли. 2012. № 11-12. С. 35-40.
Гордеев Е.И., Левин В.Е., Бахтиров В.Ф., Гусев А.А., Павлов В.М., Чебров В.Н. и Касахара М. Предварительный анализ перемещений станций GPS на Камчатке. Геодинамика и вулканизм. ИВГиГ ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 2001 г., 428с.
Гусев А.А., Мельникова В.К. Связи между магнитудами - среднемировые и для Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1990. № 6. С. 55-63.
Гусев А.А., Левина В.И., Салтыков В.А., Гордеев Е.И. Сильное Кроноцкое землетрясение 5 декабря 1997 года // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 г. Петропавловск-Камчатский: КТАРФ, 1998. С. 32-54.
Каталог сейсмических событий Камчатского филиала ГС РАН www.emsd.ru/ru
Кролевец А.Н. Иерархическая модель активной геофизической среды. //Вулканология и сейсмология. 2003. № 6. С. 71-80.
Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Наука Главная редакция физ.-мат. литературы. 1988. 215с.
Садковский М.А., Писаренко В.Ф. Сейсмический процесс в блоковой среде. М.: Наука, 1991, 96 с.
Федотов С.А. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений. М.: Наука. 1972. 117 с.
Фишер Р.А. Статистические методы для исследователей. М.: Госстатиздат, 1958. 267 с.
Benioff H. Earthquakes and rock creep. // Bull. Seism. Soc. Am. 1951. V. 41. № 1. P. 31-62.
Burridge R., Knopoff L. Model and theoretical seismicity //Bull. Seismol. Soc. of America. 1967. V. 57, N 3. P. 341-371.
Griggs D. Creep of Rocks// Jour. Geol. 1939. V. 47. P. 225-251.
Hainzl S., Ogata Y., Detecting fluid signals in seismicity data through statistical earthquake modeling // Journal of geophysical research, 2005, V. 110, № B05S07, P.1-10.
Narteau C. P., Shebalin P. Holschneider M. Temporal limits of the power law aftershock decay rate // Journal of Geophysical Research. 2002. V. 107, №. 12, P ESE 12-1 - ESE 12-14.
Omori F. On the aftershocks of earthquakes // Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo. 1894. № 7: P. 111-200.
Scholz C. H. Microfractures, aftershocks, and seismicity // Bulletin of the Seismological Society of America. 1968, V.58, № 3, P. 1117-1130.
Utsu T. A statistical study on the occurrence of aftershocks // Geoph. Magazine. 1961.V. 30. P. 521-605.
www.maplesoft.com. 2013.