



Study of aftershock sequence of Suusamyр earthquake

V. N. Sychev
N. A. Sycheva
S. A. Imashev

Research Station of Russian Academy of Sciences in Bishkek City,
Bishkek, Kyrgyzstan

Abstract

Aftershock sequence of Suusamyр earthquake (August 19, 1992, $M = 7.3$) has been investigated. The aftershocks were selected based on approach of G.M. Molchan, O.E. Dmitrieva within the seismic catalog of Institute of Seismology of National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic (CIS) including events from 1980 to 2017. The distribution of the resulting events sample in space and time has been obtained. The catalog of earthquakes and the aftershock sequence of Suusamyр earthquake has been analyzed from the position of non-equilibrium thermodynamics using Tsallis statistics, the analysis of long-range correlations has been performed as well. It is shown that parameters of the aftershock sequence are described by power law, and governed by the Omori–Utsu law. Tsallis parameter for the aftershock sequence ($q = 1.605$) exceeds the value calculated for the entire catalog of earthquakes ($q = 1.569$), which indicates that increased correlations persist during the aftershock following. Dynamic determination of q for events throughout the catalog before and after Suusamyр earthquake allows to note a sharp increase in cross correlations in the considered region before the main event, and a sharp decrease immediately after it with a further return to average value observed before the main shock.

Keywords

earthquake, focal mechanism, aftershocks, Omori law,
entropy, Tsallis statistics, non-extensivity

For citation: Sychev V.N., Sycheva N.A., Imashev S.A. Study of aftershock sequence of Suusamyр earthquake. *Geosystems of Transition Zones*, 2019, vol. 3, no. 1, p. 35–43. (In Russ.).
doi: 10.30730/2541-8912.2019.3.1.035-043

Для цитирования: Сычев В.Н., Сычева Н.А., Имашев С.А. Исследование афтершоковой последовательности Суусамырского землетрясения. *Геосистемы переходных зон*, 2019, т. 3, № 1, с. 35–43. doi: 10.30730/2541-8912.2019.3.1.035-043

References

1. Абдрахматов К.Е., Томсон С., Уилдон Р., Дельво Д., Клеркс Ж. Активные разломы Тянь-Шаня // *Наука и новые технологии*. 2001. № 2. Стр. 22–28.
2. Богачкин Б.М., Плетнев К.Г., Рогожин Е.А. Суусамырское землетрясение 1992 г.: материалы геологического и сейсмологического изучения в ближней зоне // *Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии*. М.: Геоинформмарк, 1993. С. 143–147.
3. Богачкин Б.М., Корженков А.М., Мамыров Э., Нечаев Ю.В., Омуралиев М., Петросян А.Э., Плетнев К.Г., Рогожин Е.А., Чаримов Т.А. Структура очага Суусамырского землетрясения 1992 г. на основании анализа его геологических и сейсмологических проявлений // *Физика Земли*. 1997. № 11. С. 3–18.
4. Гульельми А.В. Закон Омори (из истории геофизики) // *Успехи физических наук*. 2017. Т. 187, № 3. С. 343–348. [Guglielmi A.V. Omori's law: A note on the history of geophysics. *Physics-Uspeski*, 2017, 60(3): 319-324. <https://doi.org/10.3367/ufne.2017.01.038039>]

5. Дамаскинская Е.Е., Пантелеев И.А., Фролов Д.И., Василенко Н.Ф. Признаки критической стадии разрушения деформированных гетерогенных материалов // *Геосистемы переходных зон*. 2018. Т. 2, № 3. С. 245–251. doi:10.30730/2541-8912.2018.2.3.245-251.
6. Джанузаков К.Д., Ильясов Б.И., Муралиев А.М., Юдахин Ф.Н. Суусамырское землетрясение 19 августа 1992 года // *Землетрясения Северной Евразии в 1992 году*. М.: Геоинформмарк, 1997. С. 49–54.
7. Крестников В.Н., Шишкин Е.И., Штанге Д.В., Юнга С.Л. Напряженное состояние земной коры Центрального и Северного Тянь-Шаня // *Изв. АН СССР. Физика Земли*. 1987. № 3. С. 13–30.
8. Кучай О.А., Муралиев А.М., Абдрахматов К.Е., Дельво Д., Дучков А.Д. Суусамырское землетрясение 1992 года и поле деформаций афтершоковой последовательности // *Геология и геофизика*. 2002. Т. 43, № 11. С. 1038–1048.
9. Молчан Г.М., Дмитриева О.Е. Идентификация афтершоков: обзор и новые подходы // *Вычислительная сейсмология*. Вып. 24. М.: Наука, 1991. С. 19–50.
10. Мухамадеева В.А., Сычева Н.А. Об афтершоковых процессах, сопровождающих умеренные и слабые землетрясения на территории Бишкекского геодинамического полигона и в его окрестностях // *Геосистемы переходных зон*. 2018. Т. 2, № 3. С. 165–180. doi:10.30730/2541-8912.2018.2.3.165-180.
11. Пригожин И., Стенгерс И. *Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой*: пер. с англ. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
12. Соболев Г.А., Пономарев А.В. *Физика землетрясений и предвестники*. М.: Наука, 2003. 270 с.
13. Шебалин П.Н. Афтершоки как индикаторы напряженного состояния в системе разломов // *Докл. АН*. 2004. Т. 398, № 2. С. 249–254.
14. Юнга С.Л. *Изучение движений поверхности и деформаций земной коры на территории Центрального Тянь-Шаня, Казахской платформы и Алтая; создание программ обработки сейсмологических данных, проведение обработки*: Отчет о науч.-исслед. работе / Единая геофизическая служба РАН. Обнинск, 2002. 41 с.
15. Gutenberg B., Richter C.F. Frequency of earthquakes in California // *Bull. of the Seismological Society of America*. 1944. Vol. 34. P. 185–188.
16. Kagan Y.Y. Short-term properties of earthquake catalogs and models of earthquake source // *Bull. of the Seismological Society of America*. 2004. Vol. 94. P. 1207–1228.
17. Kanamori H., Brodsky E.E. The physics of earthquakes // *Reports on Progress in Physics*. 2004. Vol. 67. P. 1429–1496. <http://dx.doi.org/10.1088/0034-4885/67/8/R03>
18. Kisslinger C. Aftershock and fault zone properties // *Advances in Geophysics*. 1996. Vol. 38. P. 1–36. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2687\(08\)60019-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2687(08)60019-9)
19. Mandal P., Chadha R.K., Raju I.P., Kumar N., Satyamurty C., Narsaiah R. Are the 7 March 2006 Mw 5.6 event and the 3 February 2006 Mw 4.58 event triggered by the five years continued occurrence of aftershocks of the 2001 Mw 7.7 Bhuj event? // *Current Science*. 2007. Vol. 92. P. 1114–1124.
20. Matsu'ura R.S. Median values of parameters in the modified Omori formula for main shocks in and near Japan of M 6.0 and larger (1969–1991): abstracts // *Japan Earth Planet. Sci. Joint Meeting*. 1993. 224. (In Japan).
21. Nanjo K.Z., Enescu B., Shcherbakov R., Turcotte D.L., Iwata T., Ogata Y. Decay of aftershock activity for Japanese earthquakes // *J. of Geophysical Research*. 2007. Vol. 112. Article ID B08309. <http://dx.doi.org/10.1029/2006jb004754>
22. Olsson R. An estimation of the maximum b-values in the Gutenberg–Richter relation // *J. of Geodynamics*. 1999. Vol. 27(4-5). P. 547–552. [https://doi.org/10.1016/s0264-3707\(98\)00022-2](https://doi.org/10.1016/s0264-3707(98)00022-2)
23. Omori F. On after-shocks of earthquakes // *J. of the College of Science, Imperial Univ. of Tokyo*. 1894. Vol. 7. P. 111–200.
24. Silva R., Franca G.S., Vilar C.S., Alcanis J.S. Nonextensive models for earthquakes // *Phys. Rev. E*. 2006. Vol. 73, 026102. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevE.73.026102>
25. Telesca L. Tsallis-based nonextensive analysis of the Southern California seismicity // *Entropy*. 2011. Vol. 13(7). P. 127–1280. <https://doi.org/10.3390/e13071267>
26. Telesca L., Chen C.C. Nonextensive analysis of crustal seismicity in Taiwan // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*. 2010. Vol. 10. P. 1293–1297. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-10-1293-2010>
27. Telesca L., Cuomo V., Lapenna V., Vallianatos F., Drakatos G. Analysis of the temporal properties of Greek aftershock sequences // *Tectonophysics*. 2001. Vol. 341(1-4). P. 163–178. [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1951\(01\)00221-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1951(01)00221-9)
28. Trivedi P. Application of Omori's decay law to the 2001 Bhuj aftershock sequence for Kachchh Region of Western India // *Open J. of Earthquake Research*. 2015. Vol. 4(3). P. 94–101. <http://dx.doi.org/10.4236/ojer.2015.43009>
29. Tsallis C. Possible generalization of Boltzmann-Gibbs statistics // *J. of Statistical Physics*. 1988. Vol. 52(1–2). P. 479–487. <https://doi.org/10.1007/bf01016429>
30. Utsu T. A statistical study on the occurrence of aftershocks // *Geophysical Magazine*. 1961. Vol. 30. P. 521–605.

31. Utsu T., Ogata Y., Matsuura R.S. The centenary of the Omori formula for a decay law of aftershock activity // *J. of Physics of the Earth*. 1995. Vol. 43. P. 1–33. <https://doi.org/10.4294/jpe1952.43.1>
32. Woessner J., Hauksson E., Wiemer S., Neukomm S. The 1997 Kagoshima (Japan) earthquake doublet: A quantitative analysis of aftershock rate changes // *Geophysical Research Letters*. 2004. Vol. 31. Article ID L03605. <http://dx.doi.org/10.1029/2003gl018858>