

Сеймотектонические деформации и сброшенные напряжения землетрясений Центрального Тянь-Шаня

Сычева Найля Абдулловна, <https://orcid.org/0000-0003-0386-3752>, ivtran@mail.ru

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, Москва, Россия

Резюме [PDF ENG](#)

Полный текст [PDF RUS](#)

Резюме. На основе данных о тензорах сейсмического момента (ТСМ) 270 землетрясений Центрального Тянь-Шаня, произошедших с 1978 по 2021 г. (63 события из каталога Global Centroid Moment Tensor и 207 событий из работ А.Д. Костюка и Н.А. Сычевой) рассчитаны параметры очагов землетрясений (СТД, кинематические и динамические параметры, радиус очага и сброс касательных напряжений). Расчет СТД выполнен на основе подходов, предложенных в работах Ю.В. Ризниченко и С.Л. Юнга. Для рассматриваемой территории характерны такие режимы деформации, как сжатие, транспрессия, переходный режим от вертикального сдвига к сжатию и косой сдвиг. Рассчитано и построено распределение коэффициента Лоде–Надаи. Значительная часть исследуемой территории характеризуется деформациями простого сжатия, преобладания простого сжатия и простого сдвига. Для расчета сброшенных касательных напряжений использовались значения скалярного сейсмического момента M_0 , которые определяются при расчете ТСМ, и радиусы очагов, рассчитанные на основе теоретических и экспериментальных моделей зависимости радиуса очага от моментной магнитуды. Радиусы и сброшенные касательные напряжения рассчитаны для двух моделей очагов землетрясений – Брюна и Мадариаги–Канеко–Ширера. Сформирован каталог динамических параметров. Проведено сравнение кинематических и динамических параметров землетрясений и установлена связь сброшенных напряжений с типом подвижки в очаге, а также с распределением коэффициентом Лоде–Надаи. Результаты, полученные в работе, могут быть полезными для специалистов других областей знания – геодезии, геологии, геофизики.

Ключевые слова:

сейсмичность, землетрясение, фокальный механизм, сеймотектонические деформации, коэффициент Лоде–Надаи, тензор сейсмического момента, скалярный сейсмический момент, радиус очага, сброс касательных напряжений

Для цитирования: Сычева Н.А. Сеймотектонические деформации и сброшенные напряжения землетрясений Центрального Тянь-Шаня. *Геосистемы переходных зон*, 2024, т. 8, № 3, с. 174–200.

<https://doi.org/10.30730/gtr.2024.8.3.174-200>; <https://www.elibrary.ru/lmyvyk>

For citation: Sycheva N.A. Seismotectonic deformations and stress drop of earthquakes of Central Tien Shan. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2024, vol. 8, No. 3, pp. 174–200. (In Russ., abstr. in Engl.).

<https://doi.org/10.30730/gtr.2024.8.3.174-200>; <https://www.elibrary.ru/lmyvyk>

Список литературы

1. Molnar P., Tapponnier P. **1975.** Cenozoic tectonics of Asia: Effects of a continental collision: Features of recent continental tectonics in Asia can be interpreted as results of the India-Eurasia collision. *Science. New Series*, 189(4201): 419–426. <https://doi.org/10.1126/science.189.4201.419>
2. Omuralieva A., Nakajima J., Hasegawa A. **2009.** Three-dimensional seismic velocity structure of the crust beneath the central Tien Shan, Kyrgyzstan: Implications for large- and small-scale mountain building. *Tectonophysics*, 465(1): 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2008.10.010>
3. Макаров В.И. **1977.** *Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня.* М.: Наука, 171 с.
4. Садыбакасов И.С. **1990.** *Неотектоника Высокой Азии.* М.: Наука, 176 с.
5. *Современная геодинамика областей внутриконтинентального коллизионного горообразования (Центральная Азия).* Ред. Н.П. Лаверов, В.И. Макаров. **2005.** М.: Научный мир, 400 с.
6. Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А. **2002.** *Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизионного пояса.* М.: ГЕОС, 224 с.
7. Трофимов А.К., Удалов Н.Ф., Уткина Н.Г., Фортуна А.Б., Чедия О.К., Язовский В.М. **1976.** *Геология кайнозоя Чуйской впадины и ее горного обрамления.* Ленинград: Наука, 128 с.
8. Чедия О.К. **1986.** *Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня.* Фрунзе: Илим, 313 с.
9. Шульц С.С. **1948.** *Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня.* Москва: Географгиз, 224 с.

10. Буртман В.С. **2012.** *Тянь-Шань и Высокая Азия: Геодинамика в кайнозое.* М.: ГЕОС, 186 с.
11. Юдахин Ф.Н. **1983.** *Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность Тянь-Шаня.* Фрунзе: Илим, 246 с.
12. Сычева Н.А., Богомолов Л.М. **2020.** О сброшенных напряжениях в очагах землетрясений Северной Евразии и приведенной сейсмической энергии. *Геосистемы переходных зон*, 4(4): 393–416. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2020.4.4.393-416.417-446>
13. Костюк А.Д., Сычева Н.А., Юнга С.Л., Богомолов Л.М., Яги Ю. **2010.** Деформация земной коры Северного Тянь-Шаня по данным очагов землетрясений и космической геодезии. *Физика Земли*, 3: 52–65.
14. Сычева Н.А. **2020.** Тензор сейсмического момента и динамические параметры землетрясений Центрального Тянь-Шаня. *Геосистемы переходных зон*, 4(2): 178–191. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2020.4.2.178-191.192-209>
15. Yagi Y. **2004.** *Determination of focal mechanism by moment tensor inversion.* Tsukuba: IISSE Lecture Note. 51 p.
16. Сычева Н.А., Богомолов Л.М., Кузиков С.И. **2020.** *Вычислительные технологии в сейсмологических исследованиях (на примере сети КНЕТ, Северный Тянь-Шань).* Южно-Сахалинск: ИМГИГ ДВО РАН, 358 с.
17. Sycheva N.A., Mansurov A.N. **2020.** Seismotectonic deformation of the lithosphere in the Pamir and adjacent territories. *Geodynamics & Tectonophysics*, 11(4): 785–805. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/gt-2020-11-4-0507>
18. Юнга С.Л. **1990.** *Методы и результаты изучения сейсмотектонических деформаций.* М.: Наука, 191 с.
19. Аки К., Ричардс П. **1983.** *Количественная сейсмология. Теория и методы.* М.: Мир. Т. 1–2. 880 с.
20. Ризниченко Ю.В. **1985.** *Проблемы сейсмологии: Избранные труды.* М.: Наука, 408 с.
21. Scholz C.H. **2002.** *The Mechanics of earthquakes and faulting.* Cambridge: Cambridge University Press, 496 p.
22. Abercrombie R.E., Rice J.R. **2005.** Can observations of earthquake scaling constrain slip weakening? *Geophysical Journal International*, 162: 406–424. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.2005.02579.x>
23. Scuderi M.M., Marone C., Tinti E., Di Stefano G., Collettini C. **2016.** Precursory changes in seismic velocity for the spectrum of earthquake failure modes. *Nature Geoscience*, 9(9): 695–700. <https://doi.org/10.1038/ngeo2775>
24. Brune J.N. **1971.** Corrections. *J. of Geophysical Research*, 76: 5002.
25. Brune J.N. **1970.** Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. *J. of Geophysical Research*, 75(26): 4997–5009. <https://doi.org/10.1029/jb075i026p04997>
26. Madariaga R. **1976.** Dynamics of an expanding circular fault. *Bull. of the Seismological Society of America*, 66: 639–666.
27. Madariaga R. **1979.** On the relation between seismic moment and stress drop in the presence of stress and strength heterogeneity. *J. of Geophysical Research*, 84: 2243–2250. <https://doi.org/10.1029/jb084ib05p02243>
28. Eshelby J.D. **1957.** The determination of elastic field of an ellipsoidal inclusion and related problems. *Proceedings of the Royal Society of London*, A241(1226): 376–396. <https://doi.org/10.1098/rspa.1957.0133>
29. Сычева Н.А., Богомолов Л.М. **2024.** Динамические параметры землетрясений Алтае-Саянской горной области. В кн.: *Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов: IX Междунар. симп., 24–28 июня 2024 г., Бишкек: Тез. докл. Бишкек, с. 123.*
30. Boore D. **2003.** Simulation of ground motion using the stochastic method. *Pure and Applied Geophysics*, 160: 635–676. <https://doi.org/10.1007/pl00012553>
31. Bormann P., Liu R., Xu Z., Ren K, Zhang L., Wendt S. **2009.** First application of the New IASPEI teleseismic magnitude standards to data of the China National Seismographic Network. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 99(3): 1868–1891. <https://doi.org/10.1785/0120080010>
32. Юнга С.Л. **1997.** О классификации тензоров сейсмических моментов на основе их изометрического отображения на сферу. *Доклады Российской Академии наук*, 352(2): 253–255.
33. Сычева Н.А., Богомолов Л.М. **2016.** Закономерности падения напряжений при землетрясениях Северного Тянь-Шаня. *Геология и геофизика*, 57(11): 2071–2083.