

Сеймотектонические деформации Алтае-Саянской горной области. Часть II

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

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

Резюме [PDF RUS](#)

Abstract [PDF ENG](#)

Полный текст [PDF RUS](#)

Резюме. Статья продолжает изложение результатов исследования сеймотектонических деформаций (СТД) Алтае-Саянской горной области, опубликованных в предыдущем номере журнала «Геосистемы переходных зон». Она представляет детальные результаты исследования СТД двух зон Алтае-Саянской области: Горного Алтая (области Чуйского землетрясения) и территории, которая включает в себя хр. Академика Обручева, южную часть Восточных Саян и Южное Прибайкалье. Расчет СТД выполнен на основе подходов, предложенных в работах Ю.В. Ризниченко и С.Л. Юнга. Выводы о направленности СТД основаны на данных о фокальных механизмах очагов землетрясений (591 событие), произошедших с 1963 по 2021 г. Для рассматриваемых районов дано описание сейсмичности и построены карты СТД. По картам СТД определены направления осей укорочения и удлинения и отмечен тип деформационных обстановок. На основе усредненных тензоров СТД, полученных для глубин 0–35 км (сейсмогенный слой), построены распределения коэффициента Лодэ–Надаи, угла вида напряженного состояния (угол вида обобщенно-плоской деформации, фазовый угол тензора-девиатора СТД) и вертикальной компоненты. Очаговая область Чуйского землетрясения характеризуется деформацией горизонтального сдвига, через которую проходит полоса с режимом транспрессии (Чаган-Узунский блок). Территория, включающая в себя хр. Академика Обручева, южную часть Восточных Саян и Южное Прибайкалье, по деформационной обстановке делится на две части. Граница проходит вдоль Дархатской впадины: западнее от нее проявляются режимы сжатия, транспрессии и горизонтального сдвига; восточнее – растяжения, транстенсии и переходный режим от вертикального сдвига к растяжению. Чаган-Узунский блок и хр. Академика Обручева испытывают воздымание, а территория восточнее Дархатской впадины – опускание.

Ключевые слова:

землетрясение, фокальный механизм, режимы СТД, удлинение и укорочение осей деформаций, интенсивность СТД, коэффициент Лодэ–Надаи, Алтае-Саянская горная область

Для цитирования: Сычева Н.А. Исследование сеймотектонических деформаций земной коры Алтае-Саянской горной области. Часть 2. *Геосистемы переходных зон*, 2023, т. 7, № 4, с. 335–356. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.4.335-356> ; <https://www.elibrary.ru/xkmcum>

For citation: Sycheva N.A. Study of seismotectonic deformations of the Earth crust in the Altai-Sayan Mountain region. Part 2. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2023, vol. 7, no. 4, pp. 335–356. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.4.335-356> ; <https://www.elibrary.ru/xkmcum>

Список литературы

1. Каталог землетрясений Алтая и Саян за 2003 год. **2006.** Филина А.Г., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В. (отв. сост.), Денисенко Г.А., Кузнецова Н.В., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В., Шаталова А.О. *Землетрясения России в 2003 году*. Обнинск: ГС РАН. (См. Приложение к наст. сб. на CD). (In Russ.). URL: http://www.gsras.ru/zr/uploads/files/2003/2003-ER_p055-064.pdf
2. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Фатеев А.В., Филина А.Г. **2009.** Чуйское землетрясение 27 сентября 2003 года с $M_s = 7.3$, $K_r = 17$ (Горный Алтай). *Землетрясения Северной Евразии в 2003 году*, 12. Обнинск: ГС РАН, с. 326–343.
3. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Мараханов А.В., Ушанова Е.А. **2007.** Тектоническая позиция и геологические проявления Алтайского землетрясения 2003 г. *Геотектоника*, 2: 3–23. EDN: HZRTBZ
4. Гольдин С.В., Селезнев В.С., Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Новиков И.С., Высоцкий Е.М., Фатеев А.В., Колесников Ю.И., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В., Ярыгина М.А. **2004.** Чуйское землетрясение и его афтершоки. *Доклады Академии наук*, 395(4): 534–536. EDN: OQQLZT
5. Семенцов Б.Г. **2005.** Алтайское землетрясение сентября–октября 2003 года. *Природные ресурсы Горного Алтая*, 2: 32–47. URL: <http://altay-geojournals.ru/wp-content/uploads/2015/02/4-5.pdf>
6. Арефьев С.С., Погребченко В.В., Аптектман Ж.Я., Быкова В.В., Матвеев И.В., Михин А.Г., Молотков С.Г., Плетнев К.Г. **2004.** Предварительные результаты сейсмологических наблюдений в эпицентральной зоне Алтайского землетрясения. Сильное землетрясение на Алтае 27 сентября 2003 г. В кн.: *Материалы предварительного изучения*. М.: ИФЗ РАН, с. 61–67.

7. Ашурков В.А. **2016**. Причина и следствия Алтайского (Чуйского) землетрясения 27.09.2003 г. *Проблема прогноза и оценки сейсмической опасности крупных городов*, 20(1–2): 58–86. URL: <http://altay-geojournals.ru/wp-content/uploads/2022/02/8-20.pdf>
8. Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В. **2009**. Алтай и Саяны. *Землетрясения Северной Евразии*, 12. Обнинск: ГС РАН, с. 139–148.
9. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г., Дураченко А.А., Гладышев Е.А., Ершов Р.А. **2021**. Алтай и Саяны. *Землетрясения России в 2021 году*. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, с. 38–45.
10. Сычева Н.А. **2023**. Исследование сейсмоструктурных деформаций земной коры Алтае-Саянской горной области. Ч. I. *Геосистемы переходных зон*, 7(3): 223–242. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.3.223-242>
11. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Чечельницкий В.В., Шевкунова Е.В., Радзиминович Я.Б., Фатеев А.В., Кобелева Е.А., Гладышев Е.А., Арапов В.В., Артемова А.И., Подкорытова В.Г. **2022**. Хубсугульское землетрясение, 12.01.2021 г. $M_w = 6.7$, $M_L = 6.9$, и афтершоки начального периода. *Физика Земли*, 1: 67–82. <https://doi.org/10.31857/S0002333722010021>; EDN: PADCYH
12. Мишарина Л.А. **1972**. Напряжения в очагах землетрясений Монголо-Байкальской зоны. В кн.: *Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений*. М.: Наука, с. 161–171.
13. Жалковский Н.Д., Кучай О.А., Мучная В.И. **1995**. Сейсмичность и некоторые характеристики напряженного состояния земной коры Алтае-Саянской области. *Геология и геофизика*, 36(10): 20–30.
14. Кузнецова К.И., Лукина Н.В., Кучай О.А. **1999**. Деформации земной коры и верхней мантии: проблема взаимообусловленности (Алтае-Саянская область). *Вулканология и сейсмология*, 4/5: 41–49.
15. Гольдин С.В., Кучай О.А. **2007**. Сейсмоструктурные деформации Алтае-Саянской сейсмоактивной области и элементы блочно-коллизивной геодинамики. *Геология и геофизика*, 48(7): 692–723. EDN: IANKGN
16. Гольдин С.В., Дядьков П.Г., Дашевский Ю.А. **2001**. Стратегия прогноза землетрясений на Южно-Байкальском геодинамическом полигоне. *Геология и геофизика*, 42(10): 1484–1496.
17. Радзиминович Н.А., Мельникова В.И., Саньков В.А., Леви К.Г. **2006**. Сейсмичность и сейсмоструктурные деформации земной коры Южно-Байкальской впадины. *Физика Земли*, 11: 44–62. EDN: OPDBIN
18. Радзиминович Н.А., Баяр Г., Мирошниченко А.И., Дэмбэрэл С., Ульзибат М., Ганзориг Д., Лухнев А.В. **2016**. Механизмы очагов землетрясений и поле напряжений Монголии и прилегающих территорий. *Геодинамика и тектонофизика*, 7(1): 23–38. <https://doi.org/10.5800/GT-2016-7-1-0195>
19. Радзиминович Н.А. **2021**. Механизмы очагов землетрясений юга Байкальского региона и Северной Монголии. *Геодинамика и тектонофизика*, 12(4): 902–908. doi:10.5800/GT-2021-12-4-0562
20. Ребецкий Ю.Л., Кучай О.А., Маринин А.В. **2013**. Напряженное состояние и деформации земной коры Алтае-Саянской горной области. *Геология и геофизика*, 54(2): 271–291.
21. Гольдин С.В., Тимофеев В.Ю., Ардюков Д.Г. **2005**. Поля смещений земной поверхности в зоне Чуйского землетрясения, Горный Алтай. *Доклады Академии наук*, 405(6): 804–809. EDN: HSKBVH
22. Тимофеев В.Ю., Ардюков Д.Г., Кале Э., Дучков А.Д., Запеева Е.А., Казанцев С.А., Русбек Ф., Брюникс К. **2006**. Поля и модели смещений земной поверхности Горного Алтая. *Геология и геофизика*, 47(8): 923–937. EDN: NDLMOV
23. Тимофеев В.Ю., Ардюков Д.Г., Бойко Е.В., Грибанова Е.И., Семибаламут В.М., Тимофеев А.В., Ярошевич А.В. **2012**. Скорости деформаций и смещения в эпоху сильного землетрясения на Южном Байкале. *Геология и геофизика*, 53(8): 1040–1061. EDN: PBVNQD
24. Саньков В.А., Парфеев А.В. **2020**. Кайнозойское напряженное состояние земной коры Монголии по геолого-структурным данным (обзор). *Геодинамика и тектонофизика*, 11(4): 722–742. <https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-4-0503>
25. Сычева Н.А., Мансуров А.Н. **2017**. Сравнение оценок деформаций земной коры Бишкекского геодинамического полигона на основе сейсмологических и GPS-данных. *Геодинамика и тектонофизика*, 8(4): 809–825. <https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-4-0318>
26. Сычева Н.А., Мансуров А.Н. **2020**. Сейсмоструктурные деформации литосферы Памира и прилегающих территорий. *Геодинамика и тектонофизика*, 11(4): 785–805. <https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-4-0507>
27. Сычева Н.А. **2021**. Сейсмоструктурные деформации земной коры Центрального и Западного Тянь-Шаня. *Вулканология и сейсмология*, 6: 1–23. EDN: WGMXBF
28. Сычева Н.А., Богомолов Л.М., Кузиков С.И. **2020**. *Вычислительные технологии в сейсмологических исследованиях (на примере KNET, Северный Тянь-Шань)*. Южно-Сахалинск: ИМГИГ ДВО РАН, 358 с.; Прил.: 1 электрон. опт. диск (CD). doi:10.30730/978-5-6040621-6-6.2020-2
29. Ризниченко Ю.В. **1985**. *Проблемы сейсмологии: Избранные труды*. М.: Наука, 408 с.
30. Бачманов Д.М., Кожурин А.И., Трифонов В.Г. **2017**. База данных активных разломов Евразии. *Геодинамика и тектонофизика*, 8(4): 711–736.
31. Рогожин Е.А., Платонова С.Г. **2002**. *Очаговые зоны сильных землетрясений Горного Алтая в голоцене*. М.: ОИФЗ РАН, 130 с.
32. Лескова Е.В., Еманов А.А. **2006**. Характер деформаций в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения (27 сентября 2003 г., $K = 17$, Горный Алтай) по данным анализа фокальных механизмов афтершоков. *Физическая мезомеханика*, 9(1): 51–55. EDN: IJGIRL
33. Новиков И.С. **2004**. *Морфотектоника Алтая*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 313 с. URL: http://neotec.ginras.ru/comrus/_novikov-i-s-2004-morfotektonika-altaya-glava-7-kaynozoyskaya-tektonika-altaya-i-ee-geomorfologicheskie-proyavleniya.pdf
34. Рогожин Е.А., Богачкин Б.М., Иогансон Л.И., Рейснер Г.И., Баясгалан А., Кочетков В.М., Курушин Р.А. **1995**. Опыт выделения и прослеживания сейсмогенерирующих зон методами геолого-тектонического анализа на территории Западной Монголии и Зайсано-Алтайской складчатой области. *Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии*, 2–3. М.: ОИФЗ РАН, с. 132–152.
35. Денисенко Г.А., Лескова Е.В., Манушина О.А., Подкорытова В.Г., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелева С.С., Шевкунова Е.В. **2018**. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Чуйско-Курайская зона Горного Алтая в 2015–2016 гг. ($M_L \geq 2.5$). *Землетрясения России в 2016 году*. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, с. 180–181. URL: http://www.gsr.ru/zr/uploads/files/2016/2016-ER_p180-181.pdf

36. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В. **2020**. Наблюдения временными сетями: Чуйско-Курайская зона Горного Алтая. *Землетрясения России в 2018 году*. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, с. 117–120.
37. Лескова Е.В., Еманов А.А. **2013**. Иерархические свойства поля тектонических напряжений в очаговой области Чуйского землетрясения 2003 года. *Геология и геофизика*. 54(1): 113–123.
38. Ребецкий Ю.П. **2007**. *Тектонические напряжения и прочность горных массивов*. М.: Академкнига, 406 с.
39. Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Ярыгина М.А. **2004**. Алтай и Саяны. *Землетрясения Северной Евразии*, 7(1998 г.). Обнинск: ГС РАН, с. 116–125.
40. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Середкина А.И. **2014**. Култукское землетрясение 27 августа 2008 г. с $M_w=6.3$, $l_0=8-9$ (Южный Байкал). *Землетрясения Северной Евразии*, 17 (2008 г.). Обнинск: ГС РАН, с. 386–407. URL: http://www.gsras.ru/zse/uploads/files/eq_ne_2008/2008-Strong_and_sensible_Eathqueakes-Kultuk-386-407.pdf
41. Голенецкий С.И., Хромовских В.С. (отв. сост.). **1977**. Прибайкалье (2000 до н.э. – 500 н.э.) – 1974 г.; $M \geq 5.0$; $l_0 \geq 6$. В кн.: *Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.* М.: Наука, с. 315–338. URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-novyy-katalog-silnyh-zemletryaseny-na-territorii-sssr-s-drevneyshih-vremen-.pdf>
42. Хайдурова Е.В., Гилёва Н.А. (отв. сост.). **2014**. Каталог Култукской последовательности землетрясений с $K_p > 6.5$ ($N = 414$) в 2008 г., с сильным землетрясением 27 августа 2008 г. с $M_w = 6.3$, $l_0 = 8-9$. *Землетрясения Северной Евразии в 2008 году*, 17. Обнинск: ГС РАН. (Приложение к Ежегоднику № 17 (2008 г.) на CD). URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-17.html>
43. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Соловьев В.М., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А., Антонов И.А., Корабельщиков Д.Г., Подкорытова В.Г., Янкайтис В.В., Елагин С.А., Серезников Н.А., Дураченко А.В., Артемова А.И. **2006**. Сейсмологические исследования на территории Алтае-Саянской горной области. *Российский сейсмологический журнал*, 3(2): 20–51. <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2021.2.02>
44. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Рудаков А.Д. **2006**. Общее и индивидуальное в развитии афтершоковых процессов крупнейших землетрясений Алтае-Саянской горной области. *Физическая мезомеханика*, 9(1): 33–43. EDN: IJGIQR
45. Овсяченко А.Н., Бутанаев Ю.В. **2017**. Сейсмическая история Алтае-Саянского региона и место в ней Тувинских землетрясений 2011–2012 гг. *Новые исследования Тувы*, 1: 162–178. (In Russ.). EDN: XXWZDN; <https://doi.org/10.25178/nit.2017.1.11>
46. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Селезнев В.С., Фатеев А.В. **2014**. Тувинские землетрясения 27.12.2011 г., $M_L = 6.7$ и 26.02.2012 г., $M_L = 6.8$ и их афтершоки. *Доклады Академии наук*, 456(2): 223–226.
47. Юнга С.Л. **1997**. О классификации тензоров сейсмических моментов на основе их изометрического отображения на сферу. *Доклады Академии наук*, 352(2): 253–255.