

К теории детерминированного прогноза землетрясений методом LURR

Юрий Леонидович Ребецкий, <https://orcid.org/0000-0003-3492-2452>, reb@ifz.ru

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

[Резюме PDF RUS](#)

[Abstract PDF ENG](#)

[Полный текст PDF RUS & ENG](#)

Резюме. Рассматриваются теоретические вопросы триггерного влияния земных приливов на инициацию землетрясения в рамках подхода LURR. Показано, что рост кулоновых напряжений, возникающий при этом явлении, происходит не для всех режимов напряженного состояния, действующего в изучаемом регионе. Наибольшее их увеличение отвечает режиму горизонтального растяжения и сдвига, которым отвечают разломы с кинематикой сброса и сдвига вдоль простираения. Низкий уровень дополнительных кулоновых напряжений для режима горизонтального сжатия позволяет утверждать малую вероятность триггерного эффекта для разломов с кинематикой взбросов. Отмечено, что для островных дуг и прибрежных участков континентальной коры кроме прямого фактора влияния земных приливов на деформации в твердой земле имеется еще и косвенный фактор в виде дополнительного давления, вызываемого морскими приливами. Для океанского дна это – дополнительное вертикальное давление, а для коры островных дуг и прибрежных участков континентов это – боковое давление. Косвенные факторы существенно усложняют эффект воздействия земных приливов на земную кору, в каких-то случаях полностью нивелируя влияние прямого фактора.

Ключевые слова

земные приливы, триггер, землетрясения, кулоновы напряжения

Для цитирования: Ребецкий Ю.Л. К теории детерминированного прогноза землетрясений методом LURR. *Геосистемы переходных зон*, 2021, т. 5, № 3, с. 192–222. (На рус. и англ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.3.192-208.208-222>

For citation: Rebetsky Yu.L. Concerning the theory of LURR based deterministic earthquake prediction. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2021, vol. 5, no. 3, pp. 192–222. (In Russ. & Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.3.192-208.208-222>

Список литературы

1. Авсюк Ю.Н. **1996.** *Приливные силы и природные процессы*. М.: ОИФЗ РАН, 188 с.
2. Баранов А.А., Баранов С.В., Шебалин П.Н. **2019.** Количественная оценка степени воздействия морских приливов на активность афтершоков в районе Камчатки. *Вулканология и сейсмология*, 1: 67–82. [doi:10.31857/S0205-96142019167-72](https://doi.org/10.31857/S0205-96142019167-72)
3. Дещеревский А.В., Сидорин А.Я. **2012.** Поиск влияния гравитационных приливов на региональную сейсмичность Греции разными методами: 1. Спектральный и периодограммный анализ. *Сейсмические приборы*, 48(4): 5–26.
4. Закупин А.С. **2016.** Программный комплекс для анализа неустойчивости сейсмического процесса. *Геоинформатика*, 1: 34–43.
5. Закупин А.С., Богомолов Л.М., Богинская Н.В. **2020.** Применение методов анализа сейсмических последовательностей LURR и СРП для прогноза землетрясений на Сахалине. *Геофизические процессы и биосфера*, 19(1): 66–78.
6. Закупин А.С., Жердева О.А. **2017.** Ретроспективная оценка применимости методов среднесрочного прогнозирования землетрясений для северного Сахалина. *Вестник ДВО РАН*, 1: 18–25.
7. Закупин А.С., Каменев П.А. **2017.** О возможности пространственно-временной локализации повышенной сейсмической опасности в методике среднесрочного прогноза LURR (на примере Новой Зеландии). *Геосистемы переходных зон*, (3): 40–49. doi.org/10.30730/2541-8912.2017.1.3.040-049
8. Закупин А.С., Семенова Е.П. **2018.** Исследование процесса подготовки сильных землетрясений ($M_w > 5$) на Сахалине методом LURR. *Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*, 5(25): 83–98.
9. Кочарян Г.Г., Кишкина С.Б., Новиков В.А., Остапчук А.А. **2014.** Медленные перемещения по разломам: параметры, условия возникновения, перспективы исследований. *Geodynamics & Tectonophysics*, 5(4): 863–891. [doi:10.5800/GT-2014-5-4-0160](https://doi.org/10.5800/GT-2014-5-4-0160)
10. Мельхиор П. **1968.** *Земные приливы*. М.: Мир, 482 с.
11. Николаев В.А. **1994а.** Пространственно-временные особенности связи сильных землетрясений с приливными фазами. В кн.: *Наведенная сейсмичность*. М.: Наука, с. 103–114.
12. Николаев В.А. **1994б.** Реакция сильных землетрясений на фазы земных приливов. *Физика Земли*, 11: 49–58.
13. Ребецкий Ю.Л. **2015.** Об особенности напряженного состояния коры внутриконтинентальных орогенов. *Geodynamics & Tectonophysics*, 6(4): 437–466. <https://doi.org/10.5800/GT-2015-6-4-0189>
14. Ребецкий Ю.Л. **2020.** Поле глобальных коровых напряжений Земли. *Геотектоника*, 6: 3–24.
15. Ребецкий Ю.Л., Кузиков С.И. **2016.** Тектонофизическое районирование активных разломов Северного Тянь-Шаня. *Геология и геофизика*, 57(6): 1225–1250.

16. Ребецкий Ю.Л., Полец А.Ю. **2014**. Напряженное состояние литосферы Японии перед катастрофическим землетрясением Тохоку 11.03.2011. *Геодинамика и тектонофизика*, 5(2): 469–506. <http://dx.doi.org/10.5800/GT-2014-5-2-0137>
17. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. **2017**. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. *Методики и алгоритмы*. М.: ГЕОС, 234 с.
18. Сим Л.А. **1996**. *Неотектонические напряжения Восточно-Европейской платформы и структур обрамления*: автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 41 с.
19. Bowman D.D., Ouillon G., Sammis C.G., Sornette A., Sornette D. **1998**. An observational test of the critical earthquake concept. *J. of Geophysical Research: Solid Earth*, 103: 24359–24372. <https://doi.org/10.1029/98jb00792>
20. Bufe C.G., Varnes D.J. **1993**. Predictive modeling of the seismic cycle of the Greater San Francisco Bay region. *J. of Geophysical Research*, 98(B6): 9871–9883. <https://doi.org/10.1029/93jb00357>
21. Byerlee J.D. **1978**. Friction of rocks. *Pure and Applied Geophysics*, 116: 615–626. <https://doi.org/10.1007/bf00876528>
22. Cochran E.S., Vidale J.E., Tanaka S. **2004**. Earth tides can trigger shallow thrust fault earthquakes. *Science*, 306: 1164–1166. <https://doi.org/10.1126/science.1103961>
23. Emter D. **1997**. Tidal triggering of earthquakes and volcanic events. In: *Tidal Phenomena: Lect. Notes Earth Sci.* Berlin, Springer-Verlag, 66: 293–310. <https://doi.org/10.1007/bfb0011468>
24. Gao H., Schmidt D.A., Weldon R.J. **2012**. Scaling relationships of source parameters for slow slip events. *Bull. of the Seismological Society of America*, 102(1): 352–360. <http://dx.doi.org/10.1785/0120110096>
25. Jaum' e S.C., Sykes L.R. **1999**. Evolving towards a critical point: a review of accelerating seismic moment/energy release prior to large and great earthquakes. *Pure and Applied Geophysics*, 155: 279–306. <https://doi.org/10.1007/s000240050266>
26. Klein F.W. **1976**. Earthquake swarms and the semidiurnal solid earth tide. *Geophysical J. International*, 45: 245–295. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.1976.tb00326.x>
27. Kossobokov V.G., Healy J.H., Dewey J.W. Testing an earthquake prediction algorithm. *Pure and Applied Geophysics*, 149: 219–232. <https://doi.org/10.1007/bf00945168>
28. Linde A.T., Gladwin M.T., Johnston M.J.S., Gwyther R.L., Bilham R.G. **1996**. A slow earthquake sequence on the San Andreas Fault. *Nature*, 383(6595): 65–68. <http://dx.doi.org/10.1038/383065a0>
29. M'etivier L., de Viron O., Conrad C.P., Renault S., Diament M., Patau G. **2009**. Evidence of earthquake triggering by the solid earth tides. *Earth and Planetary Science Letters*, 278: 370–375. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.12.024>
30. Peng Z., Gombert J. **2010**. An integrated perspective of the continuum between earthquakes and slow-slip phenomena. *Nature Geosciences*, 3(9): 599–607. <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo940>
31. Rebetsky Yu.L., Polets A.Yu., Zlobin T.K. **2016**. The state of stress in the Earth's crust along the northwestern flank of the Pacific seismic focal zone before the Tohoku earthquake of 11 March 2011. *Tectonophysics*, 685: 60–76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2016.07.016>
32. Sacks I.S., Suyehiro S., Linde A.T., Snoke J.A. **1978**. Slow earthquakes and stress redistribution. *Nature*, 275(5681): 599–602. <http://dx.doi.org/10.1038/275599a0>
33. Sekine S., Hirose H., Obara K. **2010**. Short-term slow slip events correlated with non-volcanic tremor episodes in southwest Japan. *J. of Geophysical Research*, 115(B9): B00A27. <http://dx.doi.org/10.1029/2008JB006059>
34. Smith M.L. **1974**. The scalar equations of infinitesimal elastic-gravitational motion for a rotating, slightly elliptical Earth. *Geophysical J. International*, 37(3): 491–526. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.1974.tb04099.x>
35. Sornette D., Sammis C.G. **1995**. Complex critical exponents from renormalization group theory of earthquake prediction. *J. de Physique I (France)*, 5: 607–619. <https://doi.org/10.1051/jp1:1995154>
36. Stroup D.F., Bohnenstiehl D.R., Tolstoy M. et al. **2007**. Pulse of the seafloor: Tidal triggering of microearthquakes at 9°50' N East Pacific Rise. *Geophysical Research Letters*, 34: L15301.
37. Tanaka S., Ohtake M., Sato H. **2004**. Tidal triggering of earthquakes in Japan related to the regional tectonic stress. *Earth, Planets and Space*, 56(5): 511–515. <https://doi.org/10.1186/bf03352510>
38. Wahr J.M. **1981a**. A normal mode expansion for the forced response of a rotating Earth. *Geophysical J. of the Royal Astronomical Society*, 64: 651–675. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.1981.tb02689.x>
39. Wahr J.M. **1981b**. Body tides on an elliptical, rotating, elastic and ocean less earth. *Geophysical J. of the Royal Astronomical Society*, 64: 677–703. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.1981.tb02690.x>
40. Wei M., McGuire J.J., Richardson E. **2012**. A slow slip event in the south central Alaska subduction zone and related seismicity anomaly. *Geophysical Research Letters*, 39(15): L15309. <http://dx.doi.org/10.1029/2012GL05235>
41. Yin X.C. et al. **1995**. A new approach to earthquake prediction: The Load/Unload Response Ratio (LURR) theory. *Pure and Applied Geophysics*, 145(3-4): 701–715. <https://doi.org/10.1007/bf00879596>
42. Yin X.C., Wang Y.C., Peng K.Y., Bai Y.L., Wang H.T., Yin X.F. **2001**. Development of a new approach to earthquake prediction: The Load/Unload Response Ratio (LURR) theory. *Pure and Applied Geophysics*, 157(11-12): 2365–2383. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-7695-7_29