

## Физические основы модели саморазвивающихся процессов и вопросы ее применения для прогнозов землетрясений в Дальневосточном регионе

Леонид Михайлович Богомолов\*<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9124-9797>, [bleom@mail.ru](mailto:bleom@mail.ru)

Владимир Николаевич Сычев<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-7508-9087>, [sychev@gdirc.ru](mailto:sychev@gdirc.ru)

<sup>1</sup> Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

<sup>2</sup> Научная станция РАН в г. Бишкеке, Киргизия, Россия

[Резюме PDF RUS](#)

[Abstract PDF ENG](#)

[Полный текст PDF RUS & ENG](#)

**Резюме.** Описываемое моделью саморазвивающихся процессов (СРП) нарастание сейсмической активности в форшоковый период перед сильным землетрясением может быть проявлением взрывной неустойчивости низкочастотных деформационных волн в метастабильной среде. Обратить внимание на столь необычную взаимосвязь между непрерывными во времени волновыми движениями и дискретным потоком сейсмических событий – задача данного сообщения. Тем самым модифицировано обоснование модели (фактически уравнения) СРП, что имеет значение в связи со статьей А.И. Малышева и Л.К. Малышевой «Прецедентно-экстраполяционная оценка сейсмической опасности в районе Сахалина и Южных Курил» в настоящем выпуске, посвященной совершенствованию оценок сейсмической опасности с применением этой модели. Предложен новый способ описать самое начало режима с обострением после квазистационарного режима.

*Ключевые слова*

**уравнение модели саморазвивающихся процессов, последовательность форшоков, накопление сейсмических событий, взаимодействие волн, метастабильная среда, взрывная неустойчивость**

**Для цитирования:** Богомолов Л.М., Сычев В.Н. Физические основы модели саморазвивающихся процессов и вопросы ее применения для прогнозов землетрясений в Дальневосточном регионе. *Геосистемы переходных зон*, 2021, т. 5, № 2, с. 138–152.

<https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.2.138-145.145-152>

**For citation:** Bogomolov L.M., Sychev V.N. Fundamental for self-developing processes model and problems of its application to earthquakes prediction in the Far East region. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2021, vol. 5, no. 2, pp. 138–152. (In Russ. & Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.2.138-145.145-152>

### Список литературы

1. Быков В.Г. **2005.** Деформационные волны в Земле: концепции, наблюдения и модели. *Геология и геофизика*, 46(11): 1176–1190
2. Быков В.Г. **2018.** Предсказание и наблюдение деформационных волн Земли. *Геодинамика и тектонофизика*, 9(3), 721–754. doi:10.5800/GT-2018-9-3-0369
3. Воейкова О.А., Несмеянов С.А., Серебрякова Л.И. **2007.** *Неотектоника и активные разломы Сахалина*. М.: Наука, 187 с.
4. Волегов П.С., Грибов Д.С., Трусов П.В. **2015.** Поврежденность и разрушение: классические континуальные теории. *Физическая мезомеханика*, 18(4), 68–87.
5. Завьялов А.Д. **2005.** От кинетической теории прочности и концентрационного критерия разрушения к плотности сейсмогенных разрывов и прогнозу землетрясений. *Физика твердого тела*, 47(6), 1000–1008.
6. Закупин А.С., Богинская Н.В., Андреева М.Ю. **2019.** Методические аспекты исследования форшоковых последовательностей методом СРП (саморазвивающиеся процессы) на примере Невельского землетрясения на Сахалине. *Геосистемы переходных зон*, 3(4): 377–389. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.4.377-389>
7. Захаров В.Е., Манаков С.В. **1975.** Теория резонансного взаимодействия волновых пакетов в нелинейных средах. *Журнал экспериментальной и теоретической физики*, 69(5): 1654–1673.
8. Куксенко В.С. **1986.** Модель перехода от микро- к макроразрушению твердых тел. *Физика прочности и пластичности*: сб. статей (ред. С.Н. Журков). Л.: Наука, с. 36–41.
9. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. **2002.** *Современные проблемы нелинейной динамики*. 2-е изд., испр. и доп. М.: Эдиториал УРСС, 358 с.
10. Малышев А.И. **1991.** Динамика саморазвивающихся процессов. *Вулканоология и сейсмология*, 4: 61–72.
11. Малышев А.И. **2019.** Прогнозируемость сейсмического потока и сильных землетрясений Камчатки в 1962–2014 г. *Вулканоология и сейсмология*, 1: 52–66.
12. Малышев А.И. **2020.** Прогнозируемость потока сейсмической энергии Южной Европы и Средиземноморья. *Вулканоология и сейсмология*, 1: 33–48.

13. Малышев А.И., Малышева Л.К. **2018**. Прогнозируемость потока сейсмической энергии северо-западного обрамления Тихого океана по данным каталога USGS. *Геосистемы переходных зон*, 2(3): 141–153. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2018.2.3.141-153>
14. Малышев А.И., Тихонов И.Н. **1991**. Закономерности динамики форшок-афтершоковых последовательностей землетрясений в районе Южных Курильских островов. *Доклады АН СССР*, 319(1): 134–137.
15. Малышев А.И., Тихонов И.Н. **2007**. Нелинейные закономерности развития сейсмического процесса во времени. *Физика Земли*, 6, 37–51.
16. Мячкин В.И., Костров Б.В., Соболев Г.А., Шамина О.Г. **1975**. Основы физики очага и предвестники землетрясений. В кн.: *Физика очага землетрясения*. М.: Наука, с. 6–29.
17. Николаевский В.Н. **1996**. *Геомеханика и флюидодинамика*. М.: Недра, 447 с.
18. Островский Л.А., Рыбак С.А., Цимринг Л.Ш. **1986**. Волны отрицательной энергии в гидродинамике. *Успехи физических наук*, 150(3), 117–137.
19. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. **1984**. *Интегралы и ряды*. М.: Наука, 800 с.
20. Рабинович М.И., Реутов В.П., Цветков А.А. **1974**. О слиянии волновых импульсов и пучков при взрывной неустойчивости. *Журнал экспериментальной и теоретической физики*, 67(8), 525–532.
21. Рыскин Н.М., Трубецков Д.И. **2017**. *Нелинейные волны*. М.: ЛЕНАРД, 312 с.
22. Соболев Г.А., Завьялов А.Д. **1980**. О концентрационном критерии сейсмогенных разрывов. *Докл. АН СССР*, 252 (1): 69–71.
23. Тихонов И.Н., Михайлов В.И., Малышев А.И. **2017**. Моделирование последовательностей землетрясений юга Сахалина, предвещающих сильные толчки, с целью краткосрочного прогноза времени их возникновения. *Тихоокеанская геология*, 36(1): 5–14.
24. Трубецков Д.И., Рожнёв А.Г. **2001**. *Линейные колебания и волны*. М.: Физматлит, 416 с.
25. Харахинов В.В., Гальцев-Безюк С.Д., Терещенков А.А. **1984**. Разломы Сахалина. *Тихоокеанская геология*, 2: 77–86.
26. Bers A., Kaup D.J., Reiman A.H. **1976**. Nonlinear interaction of three wave packets in a homogeneous medium. *Physical Review Letters*, 37(4): 182–185. <https://doi.org/10.1103/physrevlett.37.182>
27. 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(B10): 24359–24372. <https://doi.org/10.1029/98jb00792>
28. Cianchini G., De Santis Ang., Giovambattista R.D., Abbattista C., Amoroso L., Campuzano S.A., Carbone M., Cesaroni C., De Santis Anna, Marchetti D. et al. **2020**. Revised accelerated moment release under test: Fourteen worldwide real case studies in 2014–2018 and simulations. *Pure and Applied Geophysics*, 177: 4057–4087. <https://doi.org/10.1007/s00024-020-02461-9>
29. Das S., Scholz C. H. **1981**. Theory of time-dependent rupture in the Earth. *J. of Geophysical Research: Solid Earth*, 86: 6039–6051. <https://doi.org/10.1029/jb086ib07p06039>
30. Debate on evaluation of the VAN Method: Editor's introduction. **1996**. *Geophysical Research Letters*, 23(11): 1291–1293. <https://doi.org/10.1029/96gl00742>
31. Geller R. **1997**. Earthquake prediction: critical review. *Geophysical J. International*, 131(3): 425–450. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.1997.tb06588.x>
32. Hardebeck J.L., Felzer K.R., Michael A.J. **2008**. Improved tests reveal that the accelerating moment release hypothesis is statistically insignificant. *J. of Geophysical Research*, 113(B08310). doi:10.1029/2007JB005410
33. Jaumé S., Sykes L. **1999**. Evolving towards a critical point: A review of accelerating seismic moment/energy release prior to large and great earthquakes. *Pure and Appl. Geophysics*, 155: 279–305. <https://doi.org/10.1007/s000240050266>
34. Tikhonov I.N., Kim Ch.U. **2010**. Confirmed prediction of the 2 August 2007 Mw 6.2 Nevelsk earthquake (Sakhalin Island, Russia). *Tectonophysics*, 485: 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.12.002>
35. Tikhonov I.N., Rodkin M.V. **2012(2011)**. The current state of art in earthquake prediction, the typical precursors, and the experience in the earthquake forecasting at the Sakhalin Island and the surrounding areas. In: (Ed. Sebastiano D'Amico) *Earthquake Research and Analysis – Statistical Studies, Observations and Planning*. Book 5, p. 43–79. doi:10.5772/28689
36. Vere-Jones D., Robinson R., Yang W. **2001**. Remarks on the accelerated moment release model: problems of model formulation, simulation and estimation. *Geophysical J. International*, 144: 517–531. <https://doi.org/10.1046/j.1365-246x.2001.01348.x>
37. Voight B. **1989**. A relation to describe rate-dependent material failure. *Science*, 243(4888): 200–203. <https://doi.org/10.1126/science.243.4888.200>
38. Varnes D.J. **1989**. Predicting earthquakes by analyzing accelerating precursory seismic activity. *Pure and Applied Geophysics*, 130(4): 661–686. <https://doi.org/10.1007/bf00881603>