

Метод выбора данных для восстановления формы источника цунами

¹ Воронина Татьяна Александровна, <https://orcid.org/0000-0002-3566-6203>, tanvor@bk.ru

² Воронин Владислав Владимирович, <https://orcid.org/0000-0002-1727-1873>, vladvor48@bk.ru

¹ *Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия*

² *Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия*

Резюме [PDF RUS](#) Abstract [PDF ENG](#) Полный текст [PDF ENG](#)

Резюме. Восстановление исходной формы источника цунами как решение обратной задачи математической физики основано на использовании метода усеченного сингулярного разложения (вариант метода наименьших квадратов) для обращения удаленных записей волны цунами. Предложенный метод позволяет преодолеть неизбежную нестабильность численного решения. Результат инверсии зависит от выбора системы наблюдения, фактической батиметрии и уровня шума данных. В рамках разработанного подхода обсуждается методика выбора ключевых параметров инверсии и оптимального набора данных, обеспечивающих максимальную точность восстановления формы источника цунами. Метод основан на анализе распределения удельной энергии, генерируемой всеми пространственными модами в местах расположения действующих датчиков. Особенность алгоритма состоит в том, что использование наиболее информативных данных позволяет без повторных расчетов прямой задачи получить амплитуды волн в интересующих точках (назовем их «фиктивными» станциями), где не было наблюдений, но которые были учтены в предварительных расчетах. В качестве примеров применения предлагаемого подхода использованы три реальных события: чилийское цунами Иллапель 16 сентября 2015 г., цунами у Соломоновых островов 6 февраля 2013 г. и Шикотанское цунами 5 октября 1994 г. Полученные результаты позволяют надеяться на применение данного подхода на практике.

Ключевые слова:

обратная некорректная задача, сингулярное разложение, удельная энергия, численное моделирование

For citation: Voronina T.A., Voronin V.V. Data selection method for restoring a tsunami source form. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2023, vol. 7, no. 3, pp. 292–303. (In Engl., abstr. in Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.3.292-303>; <https://www.elibrary.ru/rcsgya>

References

1. Rabinovich A.B., Eblé M.C. **2015**. Deep-ocean measurements of tsunami waves. *Pure and Applied Geophysics*, 172(12): 3281–3312. <https://doi.org/10.1007/s00024-015-1058-1>
2. Omira R., Baptista M.A., Matias L., Miranda J.M., Catita C., Carrilho F., Toto E. **2009**. Design of a sea-level tsunami detection network for the Gulf of Cadiz. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9: 1327–1338. <https://doi.org/10.5194/nhess-9-1327-2009>
3. Spillane M.C., Gica E., Titov V.V., Mofjeld H.O. **2008**. Tsunameter network design for the US DART arrays in the Pacific and Atlantic Oceans. *NOAA Technical Memorandum OAR PMEL*, 143 (165 p.).
4. Mulia I.E., Gusman A.R., Satake K. **2017**. Optimal design for placements of tsunami observing systems to accurately characterize the inducing earthquake. *Geophysical Research Letters*, 44. <https://doi.org/10.1002/2017gl075791>
5. Mulia I.E., Satake K. **2021**. Synthetic analysis of the efficacy of the S-net system in tsunami forecasting. *Earth, Planets and Space*, 73(1): 36. <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01368-6>
6. Voronina T.A., Romanenko A.A. **2016**. The new method of tsunami source reconstruction with r-solution inversion method. *Pure and Applied Geophysics*, 173(12): 4089–4099. <https://doi.org/10.1007/s00024-016-1286-z>
7. Voronina T.A. **2016**. Recovering a tsunami source and designing an observational system based on an r-solution method. *Numerical Analysis and Applications*, 9(4): 267–276. <https://doi.org/10.1134/S1995423916040017>
8. Voronin V.V., Voronina T.A., Tcheverda V.A. **2015**. Inversion method for initial tsunami waveform reconstruction. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15: 1251–1263. <https://doi.org/10.5194/nhess-15-1251-2015>
9. Percival D.B., Denbo D.W., Eble M.C., Gica E., Mofjeld H.O., Spillane M.C., Tang L., Titov V. **2011**. Extraction of tsunami source coefficients via inversion of DART buoy data. *Natural Hazards*, 58: 567–590.

10. Ivetskaya T.N., Shevchenko G.V. **1997**. Spectral analysis for Shikotan tsunami records (October 5, 1994). In: *Manifestations of certain tsunامي. 1993 and 1994 Tsunami on the Russian coast*. Yuzhno-Sakhalinsk: IMGG FEB RAS, p. 105–118. (In Russ.).
11. Voronina T.A., Voronin V.V. **2021**. A study of implementation features of the r-solution method for tsunami source recovery in the case of the Illapel Tsunami 2015. *Pure and Applied Geophysics*, 178: 4853–4863. doi:10.1007/s00024-021-02843-7
12. Voronina T.A., Voronin V.V. **2022**. Selecting the most informative set of the deep-ocean tsunami sensors based on the r-solution method. *Numerical Methods and Programming*, 23: 230–239. (In Russ.). doi:10.26089/NumMet.v23r314
13. Satake K., Heidarzadeh M.A. **2017**. Review of source models of the 2015 Illapel, Chile earthquake and insights from tsunami data. *Pure Applied Geophysics*, 174: 1–9. doi:10.1007/s00024-016-1450-5