

2025, Online first

<http://journal.imgg.ru/currnumb.htm>; https://elibrary.ru/title_about.asp?id=64191

<https://doi.org/10.30730/gtr.2025.0.wif-2>; <https://elibrary.ru/loobm>;

<http://journal.imgg.ru/web/full/f2025-0-2.pdf>

Волны в слое жидкости, возбуждаемые вариациями давления над свободной поверхностью

Королёв Юрий Павлович (<https://orcid.org/0000-0002-7068-7341>), Yu_P_K@mail.ru

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

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

Резюме. Целью работы являлось исследование задачи о волнах в слое несжимаемой жидкости постоянной глубины. Интерес к задаче возник в связи с возбуждением и распространением поверхностных волн в Тихом океане в результате мощного эксплозивного извержения вулкана Хунга Тонга–Хунга Хаапай 15.01.2022. Рассматривались потенциальные движения жидкости. Возмущения задавались в виде кратковременного импульса давления над свободной поверхностью и в виде волн давления, возникающих в результате распада начальной области повышенного давления в атмосфере (волн Лэмба). Получены решения для вынужденных и свободных волн на поверхности, а также вынужденных и свободных волн давления на дне слоя жидкости. В приближении длинных волн амплитуды свободных поверхностных волн и амплитуды свободных волн придонного давления (в метрах водяного столба) совпадают, в то время как амплитуды вынужденных волн придонного давления выше амплитуд вынужденных поверхностных волн. В случаях, когда в записи давления присутствует только вынужденная составляющая, применение корректирующего множителя дает адекватный результат для поверхностных волн. Если в записи присутствуют обе компоненты (вынужденная и свободная), применение поправочного коэффициента неправомерно, поскольку разделить составляющие невозможно. Оценка амплитуд поверхностных волн по данным о давлении на дне может давать неадекватный результат. Полученные результаты обсуждаются в связи с оперативным прогнозом цунами по данным донных станций измерения уровня океана. Сформулировано предложение о возможном способе адекватной оценки амплитуды поверхностных волн при возбуждении их движущейся областью переменного давления.

Ключевые слова:

волны на воде, волны Лэмба, вынужденные волны, барические волны, свободные волны, гравитационные волны, цунами, измерения уровня океана, оперативный прогноз цунами, службы предупреждения о цунами, Тихий океан

Для цитирования: Королёв Ю.П. Волны в слое жидкости, возбуждаемые вариациями давления над свободной поверхностью. *Геосистемы переходных зон*, 2025, 11 с. <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.0.wif-2>; <https://elibrary.ru/loobm>; <http://journal.imgg.ru/web/full/f2025-0-2.pdf>

For citation: Korolev Yu.P. Waves in a fluid layer excited by pressure variations above the free surface. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2025, 11 p. <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.0.wif-2>; <https://elibrary.ru/loobm>; <http://journal.imgg.ru/web/full/f-e2025-0-2.pdf>

Список литературы

1. Terry J.P., Goff J., Winspear N., Bongolan V.P., Fisher S. **2022**. Tonga volcanic eruption and tsunamis, January 2022: globally the most significant opportunity to observe an explosive and tsunamigenic submarine eruption since AD 1883 Krakatau. *Geoscience Letters*, 9(24). <https://doi.org/10.1186/s40562-022-00232-z>
2. Соловьева М.С., Падохин А.М., Шалимов С.Л. **2022**. Мегаизвержение вулкана Хунга 15 января 2022 г.: регистрация ионосферных возмущений посредством СДВ и ГНСС радиопросвечивания. *Письма в ЖЭТФ*, 116(11): 816–821.
3. Amores A., Monserrat S., Marcos M., Argüeso D., Villalonga J., Jorda G., Gomis D. **2022**. Numerical simulation of atmospheric Lamb waves generated by the 2022 Hunga-Tonga volcanic eruption. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL098240. <https://doi.org/10.1029/2022GL098240>
4. Kubota T., Saito T., Nishida K. **2022**. Global fast-traveling tsunamis driven by atmospheric Lamb waves on the 2022 Tonga eruption. *Science*, 377(6601): 91–94. <https://doi.org/10.1126/science.abo4364>
5. Matoza R.S., Fee D., Assink J.D., Iezzi A.M., Green D.N., Kim K., Toney L., Lecocq T., Krishnamoorthy S., Lalande J.-M. et al. **2022**. Atmospheric waves and global seismoacoustic observations of the January 2022 Hunga eruption, Tonga. *Science*, 377(6601): 95–100. <https://doi.org/10.1126/science.abo7063>
6. Nosov M.A., Kolesov S.V., Sementsov K.A. **2023**. Interpretation of signals recorded by ocean-bottom pressure gauges during the passage of atmospheric lamb wave on 15 January 2022. *Remote Sensing*, 15(12), 3071. <https://doi.org/10.3390/rs15123071>

7. Gusman A.R., Roger J., Noble C., Wang X., Power W., Burbidge D. **2022**. The 2022 Hunga Tonga–Hunga Ha’apai volcano air-wave generated tsunamis. *Pure and Applied Geophysics*, 179: 3511–3525. <https://doi.org/10.1007/s00024-022-03154-1>
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. **1986**. *Теоретическая физика: учеб. пособие: в 10 т. Т. 6. Гидродинамика*. 3-е изд. М.: Наука, 736 с.
9. Purkis S.J., Ward S.N., Fitzpatrick N.M., Garvin J.B., Slayback D., Cronin S.J., Palaseanu-Lovejoy M., Dempsey A. **2023**. The 2022 Hunga-Tonga megatsunami: Near-field simulation of a once-in-a-century event. *Science Advances*, 9(15). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adf5493>
10. Shrivastava M.N., Sunil A.S., Maurya A.K., Aguilera F., Orrego S., Sunil P.S., Cienfuegos R., Moreno M. **2023**. Tracking tsunami propagation and Island’s collapse after the Hunga Tonga Hunga Ha’apai 2022 volcanic eruption from multi-space observations. *Scientific Reports*, 20109. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46397-1>
11. Носов М.А., Семенцов К.А., Колесов С.В., Прыдун В.В. **2022**. Проявления атмосферной волны Лэмба в вариациях придонного давления. *Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия*, 6: 66–73.
12. Miyashita T., Nishino A., Ho T.-C., Yasuda T., Mori N., Shimura T., Fukui N. **2023**. Multi-scale simulation of subsequent tsunami waves in Japan excited by air pressure waves due to the 2022 Tonga volcanic eruption. *Pure and Applied Geophysics*, 180: 3195–3223. <https://doi.org/10.1007/s00024-023-03332-9>
13. Tanioka Y., Yamanaka Y., Nakagaki T. **2022**. Characteristics of the deep sea tsunami excited offshore Japan due to the air wave from the 2022 Tonga eruption. *Earth, Planets and Space*, 74(61). <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01614-5>
14. Kubo H., Kubota T., Suzuki W., Aoi S., Sandanbata O., Chikasada N., Ueda H. **2022**. Ocean-wave phenomenon around Japan due to the 2022 Tonga eruption observed by the wide and dense ocean-bottom pressure gauge networks. *Earth, Planets and Space*, 74, 104. <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01663-w>
15. Omira R., Ramalho R.S., Kim J., González P.J., Kadri U., Miranda J.M., Carrilho F., Baptista M.A. **2022**. Global Tonga tsunami explained by a fast-moving atmospheric source. *Nature*, 609: 734–740. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04926-4>
16. Fujii Y., Satake K. **2024**. Modeling the 2022 Tonga eruption tsunami recorded on ocean bottom pressure and tide gauges around the Pacific. *Pure and Applied Geophysics*, 181: 1793–1809. <https://doi.org/10.1007/s00024-024-03477-1>
17. Ren Z., Higuera P., Liu P.L.-F. **2023**. On tsunami waves induced by atmospheric pressure shock waves after the 2022 Hunga Tonga-Hunga Ha’apai volcano eruption. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 128, e2022JC019166. <https://doi.org/10.1029/2022JC019166>
18. Heidarzadeh M., Gusman A.R., Ishibe T., Sabeti R., Sepic J. **2022**. Estimating the eruption-induced water displacement source of the 15 January 2022 Tonga volcanic tsunami from tsunami spectra and numerical modeling. *Ocean Engineering*, 261, 112165. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112165>
19. Hu G., Li L., Ren Z., Zhang K. **2023**. The characteristics of the 2022 Tonga volcanic tsunami in the Pacific Ocean. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(2): 675–691. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-675-2023>
20. Proudman J. **1929**. The effects on the sea of changes in atmospheric pressure. *Geophysical Journal International*, 2: 197–209. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1929.tb05408.x>
21. Monserrat S., Vilibic I., Rabinovich A.B. **2006**. Meteotsunamis: atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6(6): 1035–1051. <https://doi.org/10.5194/nhess-6-1035-2006>
22. Saito T., Kubota T., Chikasada N. Y., Tanaka Y., Sandanbata O. **2021**. Meteorological tsunami generation due to sea-surface pressure change: Threedimensional theory and synthetics of ocean-bottom pressure change. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126, e2020JC017011. <https://doi.org/10.1029/2020JC017011>
23. Liu P.L.-F., Higuera P. **2022**. Water waves generated by moving atmospheric pressure: Theoretical analyses with applications to the 2022 Tonga event. *Journal of Fluid Mechanics*, 951(A34). <https://doi.org/10.1017/jfm.2022.840>
24. Korolev Yu.P. **2011**. An approximate method of short-term tsunami forecast and the hindcasting of some recent events. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(11): 3081–3091. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-3081-2011>
25. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. **1973**. *Методы теории функций комплексного переменного*. М.: Наука, 736 с.
26. Стокер Дж.Дж. **1959**. *Волны на воде*. М.: Изд-во иностранной литературы, 620 с.
27. Королев Ю.П., Королев П.Ю. **2025**. Оценка цунами в Тихом океане, вызванного взрывом вулкана Хунга Тонга–Хунга Хаапай 15 января 2022 г., экспресс-методом оперативного прогноза. [Электронный ресурс]. *Геосистемы переходных зон*, 9(1). <http://journal.imgg.ru/web/full/f2025-1-4.pdf>; <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.1.056-065>