

## Вклад гидроизостазии в современные изменения уровня морей и вертикальные движения твердой поверхности Земли для морей Дальнего Востока

Булгаков Рустям Фаридович (<https://orcid.org/0000-0001-9095-3785>), [r.bulgakov@imgg.ru](mailto:r.bulgakov@imgg.ru)

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

Резюме [PDF RUS](#) [PDF ENG](#)

Полный текст [PDF RUS](#)

**Резюме.** Глобальное потепление климата вызывает дальнейшую деградацию ледников и высвобождение воды в Мировой океан. Поступление дополнительного объема воды ведет к повышению уровня морей. На скорость современного повышения уровня воды влияют остаточные процессы после последнего глобального оледенения с максимумом около 20 тыс. л.н. В результате таяния крупных покровных ледников в районах вдали от центров оледенений, таких как дальневосточные моря, происходило нагружение морского дна слоем воды в 120 м – гидроизостазия, которое вызвало вертикальные смещения дна и суши прибрежных районов. Хотя поступление талой воды ледников прекратилось 4–6 тыс. л.н., тем не менее за счет вязких свойств мантийных слоев вертикальные смещения твердой поверхности продолжают до сих пор, что вносит свой вклад в современное повышение уровня воды в морях Мирового океана. Вклад остаточных процессов должен учитываться при оценках современных колебаний уровня морей и вертикальных движений твердой поверхности Земли. Здесь приводятся полученные методом численного моделирования оценки вклада в современное повышение уровня морей и вертикальных движений твердой поверхности Земли остаточных движений, связанных с последствиями последнего глобального оледенения, по отношению к дальневосточным морям. В результате проведенного моделирования показано, что климатическое повышение уровня моря сдерживается за счет отрицательного вклада гидроизостазии в геодинамически активных зонах.

### Ключевые слова:

гидроизостазия, относительные изменения уровня морей, движения твердой поверхности Земли, повышение уровня морей

**Для цитирования:** Булгаков Р.Ф. Вклад гидроизостазии в современные изменения уровня морей и вертикальные движения твердой поверхности Земли для морей Дальнего Востока. *Геосистемы переходных зон*, 2024, т. 8, № 4, с. 357–366.

<https://doi.org/10.30730/qtr.2024.8.4.357-366>; <https://www.elibrary.ru/ayiipa>

**For citation:** Bulgakov R.F. The contribution of hydroisostasy to modern changes in sea level and vertical displacements of the solid surface of the Earth in the Far Eastern seas. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2024, vol. 8, No. 4, pp. 357–366. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/qtr.2024.8.4.357-366>; <https://www.elibrary.ru/ayiipa>

## Список литературы [References]

1. Peltier W.R. **2002**. Comments on the paper of Yokoyama et al. (2000), entitled "Timing of the Last Glacial Maximum from Observed Sea Level Minima". *Quaternary Science Reviews*, 21(1–3): 409–414. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(01\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(01)00112-3)
2. Tamisiea M.E. **2011**. Ongoing glacial isostatic contributions to observations of sea level change. *Geophysical Journal International*, 186: 1036–1044. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.2011.05116.x>
3. Gregory J.M., Griffies S.M., Hughes C.W., Lowe J.A., Church J.A., Fukimori I., Gomez N., Kopp R.E., Landerer F., Le Cozannet G., Ponte R.M., et al. **2019**. Concepts and terminology for sea level: mean, variability and change, Both local and global. *Surveys in Geophysics*, 40: 1251–1289. <https://doi.org/10.1007/s10712-019-09525-z.10>
4. Milne G.A., Mitrovica J.X. **1998**. Postglacial sea-level change on a rotating Earth. *Geophysical Journal International*, 133: 1–19. <https://doi.org/10.1046/j.1365-246x.1998.1331455.x>
5. Peltier W.R. **1974**. The impulse response of a Maxwell Earth. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 12(4): 649–669. <https://doi.org/10.1029/RG012i004p00649>
6. Caron L., Ivins E.R., Larour E., Adhikari S., Nilsson J., Blewitt G. **2018**. GIA model statistics for GRACE hydrology, cryosphere, and ocean science. *Geophysical Research Letters*, 45. <https://doi.org/10.1002/2017GL076644>
7. Spada G., Stocchi P. **2006**. *The sea level equation: theory and numerical examples*. Roma: Aracne, 96 p.
8. Spada G., Stocchi P. **2007**. SELEN: A Fortran 90 program for solving the "sea-level equation". *Computers & Geosciences*, 33(4): 538–562. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2006.08.006>

9. Spada G., Melini D., Galassi G., Colleoni F. **2012**. Modeling sea level changes and geodetic variations by glacial isostasy: The improved SELEN code. *arXiv. 1212.5061* [physics.geo-ph]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1212.5061>
10. Булгаков Р.Ф., Афанасьев В.В., Игнатов Е.И. **2020**. Гидроизостазия как фактор, повлиявший на ход послеледниковой трансгрессии на шельфе и побережье Приморья, по результатам численного моделирования. *Геосистемы переходных зон*, 4(2): 210–219. [Bulgakov R.F., Afanas'ev V.V., Ignatov E.I. Effect of hydroisostasy on postglacial transgression on the shelf and coast of Primorye as revealed by computer modelling. *Geosistemy pererodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 4(2): 220–229]. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2020.4.2.210-219.220-229>
11. Булгаков Р.Ф. **2022**. Ход послеледниковой трансгрессии на побережье морей Восточно-Сибирского и Лаптевых. *Океанология*, 62(1):117–124. [Bulgakov R.F. **2022**. Process of postglacial transgression on the coasts of the East Siberian and Laptev seas. *Oceanology*, 62: 98–104. <https://doi.org/10.1134/s0001437022010039>]
12. Spada G., Melini D. **2019**. SELEN 4 (SELEN version 4.0): a Fortran program for solving the gravitationally and topographically self-consistent sea-level equation in glacial isostatic adjustment modeling. *Geoscientific Model Development*, 12(12): 5055–5075. <https://doi.org/10.5194/gmd-12-5055-2019>
13. Argus D.F., Peltier W.R., Drummond R., Moore W.A. **2014**. The Antarctica component of postglacial rebound model ICE-6G\_C (VM5a) based on GPS positioning, exposure age dating of ice thicknesses, and relative sea level histories. *Geophysical Journal International*, 198(1): 537–563. <https://doi.org/10.1093/gji/ggu140>