

## Геологические свидетельства проявлений сильных цунами на побережье острова Итуруп (Курильские острова) за последние 3500 лет

<sup>1</sup> Разжигаева Надежда Глебовна, <https://orcid.org/0000-0001-7936-1797>, [nadyar@tigdvo.ru](mailto:nadyar@tigdvo.ru)

<sup>1</sup> Ганзей Лариса Анатольевна, <https://orcid.org/0000-0002-2538-6603>, [lganzey@mail.ru](mailto:lganzey@mail.ru)

<sup>1</sup> Гребенникова Татьяна Афанасьевна, <https://orcid.org/0000-0002-5805-391X>, [nadyar@tigdvo.ru](mailto:nadyar@tigdvo.ru)

<sup>2</sup> Харламов Андрей Александрович, <https://orcid.org/0000-0003-2623-5388>

<sup>3</sup> Лоскутов Артем Владимирович, <https://orcid.org/0000-0003-1619-3671>, [a.loscutov@imgg.ru](mailto:a.loscutov@imgg.ru)

<sup>3</sup> Булгаков Рустям Фаридович, <https://orcid.org/0000-0001-9095-3785>, [r.bulgakov@imgg.ru](mailto:r.bulgakov@imgg.ru)

<sup>1</sup> Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>2</sup> Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

Резюме [PDF RUS](#)

Abstract [PDF ENG](#)

Полный текст [PDF RUS](#)

**Резюме.** Проанализировано распределение отложений цунами в озерно-болотных разрезах на побережье зал. Касатка. Основными объектами являлись болото, образованное на месте полностью заросшего озера лагунного типа, расположенного за грядой дюн, и низменный заболоченный перешеек между озерами Октябрьское и Среднее. Идентифицировано пять крупных событий, определены параметры заплесков и возраст на основании радиоуглеродного датирования и тефростратиграфии. Для подтверждения морского источника песка использованы данные диатомового анализа. Проведена корреляция установленных событий с событиями на сопредельных островах и побережье Восточного Хоккайдо. Найден след только одного сильного исторического цунами, отложения которого лежат выше маркирующего вулканического пепла Та-а (1739 г.) влк. Тарумаи, о. Хоккайдо. Цунами произошло во второй половине XVIII в. Возможно, это след цунами 1780 г., очаг которого находился около о. Уруп. Четыре палеоцунами хорошо сопоставляются по возрасту с мегацунами региона (XVII, XIII вв., 1.5; 2.3–2.4 тыс. кал. л.н.), наиболее ярко проявившимися на берегах Восточного Хоккайдо и оставившими следы в виде покровов морских песков и илов на заболоченных участках Малой Курильской гряды и о. Кунашир. На о. Итуруп мощности цунамигенных отложений намного меньше, как и простираение песчаных покровов вглубь суши. Высказано предположение, что на о. Итуруп величины заплеска установлены в дистальной зоне распространения мегацунами позднего голоцена с очагами на юге Курило-Камчатского желоба, а региональные сильные цунами, известные в период инструментальных наблюдений, не оставили геологических свидетельств в изученных разрезах.

*Ключевые слова:*

**палеоцунами, радиоуглеродное датирование, тефра, диатомеи, Южные Курилы, голоцен**

**Для цитирования:** Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Харламов А.А., Лоскутов А.В., Булгаков Р.Ф. Геологические свидетельства проявлений сильных цунами на побережье острова Итуруп (Курильские острова) за последние 3500 лет.

*Геосистемы переходных зон*, 2023, т. 7, № 4, с. 357–374. <https://doi.org/10.30730/qtr.2023.7.4.357-374>;

<https://www.elibrary.ru/zbrvjc>

**For citation:** Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kharlamov A.A., Loskutov A.V., Bulgakov R.F. Geological evidence of strong tsunami manifestations on the Iturup Island (Kuril Islands) at last 3500 years. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2023, vol. 7, no. 4, pp. 357–374. (In Russ., abstr. in Engl.) <https://doi.org/10.30730/qtr.2023.7.4.357-374>;

<https://www.elibrary.ru/zbrvjc>

### Список литературы

1. Minoura K., Nakaya S. **1991**. Traces of tsunami preserved in inter-tidal lacustrine and marsh deposits: some examples from Northeast Japan. *Journal of Geology*, 99(2): 265–287. <https://doi.org/10.1086/629488>
2. Nanayama F., Satake K., Furukawa R., Shimokawa K., Atwater B.F., Shigeno K., Yamaki S. **2003**. Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kurile trench. *Nature*, 424(6949): 660–663. <https://doi.org/10.1038/nature01864>
3. Nanayama F. **2021**. Evidence of giant earthquakes and tsunamis of the seventeenth-century type along the southern Kuril subduction zone, eastern Hokkaido, northern Japan: a review. In: *Characterization of modern and historical seismic-tsunami events, and their global-societal impacts*. London: Geological Society, Special Publ., 501: 131–157. <https://doi.org/10.1144/sp501-2019-99>

4. Pinegina T.K., Bazanova L.I., Zelenin E.A., Bourgeois J., Kozhurin A.I., Medvedev I.P., Vydrin D.S. **2018**. Holocene tsunamis in Avachinsky Bay, Kamchatka, Russia. *Pure and Applied Geophysics*, 175(4): 1485–1506. <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1830-0>
5. Кайстренко В.М. **2019**. Особенности использования данных о палеоцунами для оценок цунамиопасности. *Геосистемы переходных зон*, 3(4): 403–416. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.4.403-416>
6. MacInnes B., Kravchunovskaya E., Pinegina T., Bourgeois J. **2016**. Paleotsunamis from the central Kuril Islands segment of the Japan-Kuril-Kamchatka subduction zone. *Quaternary Research*, 86(1): 54–66. <https://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2016.03.005>
7. Iliev A.Ya., Kaistrenko V.M., Gretskaia E.V., Tikhonchuk E.A., Razjigaeva N.G., Grebennikova T.A., Ganzey L.A., Kharlamov A.A. **2005**. Holocene tsunami traces on Kunashir Island, Kurile subduction zone. In: *Tsunamis: Sources, Monitoring and Coastal Hazards*. Kluwer Publ., p. 171–192. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3331-1\\_10](https://doi.org/10.1007/1-4020-3331-1_10)
8. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Харламов А.А., Арсланов Х.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Петров А.Ю. **2017**. Проблема палеореконокструкций мегацунами на Южных Курилах. *Тихоокеанская геология*, 36(1): 37–49.
9. Разжигаева Н.Г., Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Пономарев В.И., Харламов А.А. **2022**. Отклик озерной экосистемы Малой Курильской гряды на палеоклиматические и сейсмические события. *Геофизические процессы и биосфера*, 21(4): 53–73. <https://doi.org/10.21455/GPB2022.4-4>
10. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I., Ganzei K.S., Kaistrenko V.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Rybin A.V. **2019**. Multiproxy record of late Holocene climatic changes and natural hazards from paleolake deposits of Urup Island (Kuril Islands, North-Western Pacific). *Journal of Asian Earth Sciences*, 181: 103916. <https://doi.org/10.1016/J.JSEAES.2019.103916>
11. Булгаков Р.Ф., Иванов В.Н., Храмушин В.Н., Певзнер М.М., Сулержицкий Л.Д. **1995**. Исследование следов палеоцунами для цунамирайонирования. *Физика Земли*, 2: 18–27.
12. Бергаль-Кувикас О.В., Смирнов С.З., Агатова А.Р., Дегтерев А.В., Разжигаева Н.Г., Пинегина Т.К., Портнягин М.В., Карманов Н.С., Тимина Т.Ю. **2023**. Голоценовое эксплозивное извержение на перешейке Ветровой (о. Итуруп) как источник маркирующего горизонта тефры (~2000 лет назад) в центральной части Курильской островной дуги. *Доклады РАН*, 511(1): 46–54. <https://doi.org/10.31857/S2686739723600601>
13. Ishibashi K., Satake K. **1998**. Problems on forecasting great earthquakes in the subduction zones around Japan by means of paleoseismology. *Zisin (Journal of the Seismological Society of Japan. 2<sup>nd</sup> ser.)*, 50(appendix): 1–21. [https://doi.org/10.4294/zisin1948.50.appendix\\_1](https://doi.org/10.4294/zisin1948.50.appendix_1)
14. Dawson A.G., Shi S. **2000**. Tsunami deposits. *Pure and Applied Geophysics*, 157: 875–897. <https://doi.org/10.1007/s000240050010>
15. Pinegina T.K., Bourgeois J. **2001**. Historical and paleo-tsunami deposits on Kamchatka, Russia: long-term chronologies and long-distance correlations. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1(4): 177–185. <https://doi.org/10.5194/nhess-1-177-2001>
16. Atwater B.F., Furukawa R., Hemphill-Haley E., Ikeda Y., Kashima K., Kawase K., Kesley H.M., Moore A.L., Nanayama F., Nishimura Y., Odagiri S., Ota Y., Park S.-Ch., Satake K., Sawai Y., Shimokawa K. **2004**. Seventeenth-century uplift in eastern Hokkaido, Japan. *The Holocene*, 14(4): 487–501. <https://doi.org/10.1191/0959683604hl726rp>
17. *Tsunamiites. Features and implications*. **2008**. Amsterdam: Elsevier Science, 411 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51552-0.X0001-X>
18. Dura T., Hemphill-Haley E. **2020**. Diatoms in tsunami deposits. In: Engel. M., Pilarczyk J., May S.M. et al. (eds.) *Geological records of tsunamis and other extreme waves*. Amsterdam: Elsevier, p. 291–319. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815686-5.00014-6>
19. Reimer P., Austin W.E.N., Bard E., Bayliss A., Blackwell P.G., Ramsey B.C., Butzin M., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hajdas I., Heaton T., Hogg A.G. **2020**. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 kcal BP). *Radiocarbon*, 62(4): 725–757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
20. *Атлас Курильских островов*. **2009**. Москва; Владивосток: ДИК, 2009. 516 с.
21. *NCEI/WDS Global historical tsunami database*. National Geographical data center. URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu.shtml> (accessed 15 August 2023); <https://doi.org/10.7289/N5PN93H7>
22. Соловьев С.Л. **1978**. Основные данные о цунами на Тихоокеанском побережье СССР, 1737–1976 гг. В кн.: Саваренский У.Ф., Соловьев С.Л. (ред.). *Изучение цунами в открытом океане*. М.: Наука, с. 61–128. URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-izuchenie-cunamiv-otkrytom-okeane.pdf>
23. Соловьева О.Н. **2000**. Проявление катастрофических цунами у берегов России. В кн.: Соболев Г.А. (ред.) *Природные опасности России. Т. 2. Сейсмические опасности*. М.: КРУК, с. 231–234.
24. Шубин В.О. **1999**. Поселения Российско-американской компании на Курильских островах. В кн.: Болховитинов Н.Н. (ред.) *Русская Америка, 1799–1999: материалы междунар. конф. «К 200-летию образования Российско-американской компании. 1799–1999»*, Москва, 6–10 сент. 1999 г. М.: ИВИ РАН, с. 220–239. URL: [https://www.booksite.ru/fulltext/russ\\_america/05\\_14.html](https://www.booksite.ru/fulltext/russ_america/05_14.html)
25. Sawai Y. **2020**. Subduction zone paleoseismology along the Pacific coast of northeast Japan – progress and remaining problems. *Earth-Science Reviews*, 208: 103261. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103261>
26. Гусьяков В.К. **2016**. Цунами на дальневосточном побережье России: историческая перспектива и современная проблематика. *Геология и геофизика*, 57(9): 1601–1615. <https://doi.org/10.15372/GiG20160901>
27. Шевченко Г.В., Поскутов А.В., Кайстренко В.М. **2018**. Новая карта цунамирайонирования Южных Курильских островов. *Геосистемы переходных зон*, 2(3): 225–238. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2018.2.3.225-238>
28. Королев Ю.П., Жукова Л.Д., Золотухина Н.Д., Клочков А.А., Куликов Е.А., Куркин В.Н., Кругликов А.А., Левин Б.В., Поплавский А.А., Терентьев Н.С. **1997**. Проявление цунами 4 октября 1994 года на побережье Курильских островов. В кн.: Сергеев К.Ф. (ред.) *Проявления конкретных цунами. Цунами 1993 и 1994 годов на побережье России*. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, с. 74–92. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией; т. 8).
29. *Шикотанское землетрясение и цунами 4(5) октября 1994 года*. **2015**. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 128 с.
30. Кайстренко В.М., Шевченко Г.В., Ивельская Т.Н. **2011**. Проявление Тохоку цунами 11 марта 2011 года на Российском тихоокеанском побережье. *Вопросы инженерной сейсмологии*, 38(1): 41–64.

31. Булгаков Р.Ф. **1994.** *История развития южных островов Большой Курильской гряды в плейстоцене*: дис. ... канд. геогр. наук. Московский гос. ун-т, Москва. (Рукопись).
32. Bulgakov R. **1996.** Reconstruction of Quaternary history of southern Kuril Islands. *Journal of Coastal Research*, 12(4): 930–939. URL: <https://www.jstor.org/stable/4298543>
33. Lozhkin A., Minyuk P., Cherepanova M., Anderson P., Finney B. **2017.** Holocene environments of central Iturup Island, southern Kuril archipelago, Russian Far East. *Quaternary Research*, 88: 23–38. <https://doi.org/10.1017/qua.2017.21>
34. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Дегтерев А.В., Ежкин А.К., Рыбин А.В., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. **2022.** Запись изменений природной среды в озерно-болотных отложениях горной части острова Итуруп с позднеледниковья. *Тихоокеанская геология*, 41(2): 59–74. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2022-41-2-59-74>
35. Lozhkin A.V., Cherepanova M.V., Anderson P.M., Minyuk P.S., Finney B.P. **2022.** Glukhoye Lake: Middle to Late Holocene environments of Kunashir Island (Kuril Archipelago, Russian Far East). *Boreas*, 51(2): 364–384. <https://doi.org/10.1111/bor.12565>
36. Nazarova L., Grebennikova T.A., Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Belyanina N.I., Arslanov Kh.A., Kaistrenko V.M., Gorbunov A.O., Kharlamov A.A., Rudaya N., Palagushkina O., Biskaborn B.K., Diekmann B. **2017.** Reconstruction of Holocene environmental changes in Southern Kurils (North-Western Pacific) based on palaeolake sediment proxies from Shikotan Island. *Global and Planetary Change*, 159: 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.10.005>
37. Nazarova L., Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Makarova T.R., Lyashevskaya M.S., Biskaborn B.K., Hoelzmann P., Golovatyuk L.V., Diekmann B. **2023.** The middle to Late Holocene environments on the Iturup Island (Kurils, North Western Pacific). *Quaternary International*, 644–645: 5–20. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.05.003>
38. Дегтерев А.В., Пинегина Т.К., Разжигаева Н.Г., Кожурин А.И. **2021.** Голоценовая летопись вулканических извержений о. Итуруп. *Природа*, 12: 17–22.
39. Razzhigaeva N.G., Matsumoto A., Nakagawa M. **2016.** Age, source, and distribution of Holocene tephra in the southern Kurile Islands: Evaluation of Holocene eruptive activities in the southern Kurile arc. *Quaternary International*, 397: 63–78. <http://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.070>
40. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Харламов А.А. **2006.** Проявление палеоцунами на о. Зеленый (Малая Курильская дуга) в голоцене. *Вулканология и сейсмология*, 4: 57–73.
41. Sawai Yu. **2002.** Evidence for 17th-century tsunamis generated on the Kuril-Kamchatka subduction zone, Lake Tokotan, Hokkaido, Japan. *J. of Asian Earth Sciences*, 20(8): 903–911. [https://doi.org/10.1016/s1367-9120\(01\)00077-3](https://doi.org/10.1016/s1367-9120(01)00077-3)
42. Hirakawa K., Nakamura Y., Nishimura Y. **2005.** Holocene huge tsunami along the Pacific Coast of: including the tsunami of the 2003 Tokachi-oki earthquake. *Chikyu Monthly (Extra Edition)*, 49: 173–180. (Digital Archive).
43. Sawai Yu., Kamataki T., Shishikura M., Nasu H., Okamura Y., Satake K., Thomson K.H., Matsumoto D., Fujii Y., Komatsubara J., Aung T.T. **2009.** Aperiodic recurrence of geologically recorded tsunamis during the past 5500 years in eastern Hokkaido, Japan. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 114(B1): B01319. <https://doi.org/10.1029/2007JB005503>
44. Nanayama F., Satake K., Shimokawa K., Furukawa R., Shigeno K. **2000.** Evaluation of frequency and invasion area of large earthquake tsunamis along the Kurile subduction zone by postulated tsunami deposits. In: Sugiyama Y. (ed.) *Interim Report on Active Fault and Paleoeearthquake Research in the 1999 Fiscal Year. Geological Survey of Japan Interim Report # EQ/00/2.* (Annual Meeting of the Geological Society of Japan). Tsukuba, p. 1–17. URL: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/geosocabst/2000/0/2000\\_97\\_2/\\_article/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/geosocabst/2000/0/2000_97_2/_article/-char/en)
45. Nanayama F., Shigeno K., Soeda Y., Furukawa R., Okahashi H., Saito K., Yokoyama Y., Satake K., Nakagawa M. **2003.** Tsunami traces in the 17th century and evaluations of their inundation limits from distribution of event deposits along the southern Tokachi coasts, eastern Hokkaido, northern Japan. *Annual Report on Active Fault Paleoeearthquake Researches*, 3: 297–314. URL: <https://www.gsj.jp/data/actfault-eq/h14seika/pdf/tokachi.pdf>
46. Nanayama F., Furukawa R., Shigeno K., Makino A., Soeda Y., Igarashi Y. **2007.** Nine unusually large tsunami deposits from the past 4000 years at Kiritappu marsh along the southern Kuril Trench. *Sedimentary Geology*, 200(3–4): 275–294. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.01.008>
47. Satake K. **2017.** Great earthquakes in the 17th century along the Kuril and Japan Trenches. *Bull. of the Earthquake Research Institute, University of Tokyo*, 92: 31–47. URL: <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/BERI/pdf/IHO922401.pdf>
48. Ishizawa T., Goto K., Yokoyama Y., Miyairi Y., Sawada C., Nishimura Y., Sugawara D. **2017.** Sequential radiocarbon measurement of bulk peat for high-precision dating of tsunami deposits. *Quaternary Geochronology*, 41: 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2017.05.003>
49. Takashimizu Y., Nishina K., Kakami G., Sato Y., Okamura S., Nakanishi R., Tamura M., Hirose W., Takahashi R., Ishimaru S. **2017.** Identification of 17th-century tsunami deposits on the northern Hidaka coast, Hokkaido, northern Japan. *The Quaternary Research (Daiyonki-Kenkyu)*, 56(1): 1–9. <https://doi.org/10.4116/jaqua.56.1>
50. Ioki K., Tanioka Y. **2016.** Re-estimated fault model of the 17th century great earthquake off Hokkaido using tsunami deposit data. *Earth and Planetary Science Letters*, 433: 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2015.10.009>
51. Sawai Y., Satake K., Kamataki T., Nasu H., Shishikura M., Atwater B.F., Horton B.P., Kelsey H.M., Nagumo T., Yamaguchi M. **2004.** Transient uplift after a 17th-century earthquake along the Kuril subduction zone. *Science*, 306(5703): 1918–1920. <https://doi.org/10.1126/science.1104895>
52. Nanayama F., Shigeno K., Miura K., Makino A., Furukawa R., Satake K., Saito K., Sagayama T., Nakagawa M. **2002.** Evaluation of tsunami inundation limits from distribution of event deposits along the Kuril subduction zone, eastern Hokkaido: comparison of the Tokachi and Nemuro-Kushiro coasts. *Annual Report on Active Fault Paleoeearthquake Researches*, 2: 209–222.
53. Nanayama F. **2018.** The geomorphological evolution of Hashirikotan barrier spit system controlled by regional seismotronics, southern Kuril subduction zone. In: *Proceedings of the International Meeting on Eruptive History and Informatics.* Kumamoto: Kumamoto University, 2: 4–26. URL: [https://www.researchgate.net/publication/322818218\\_The\\_geomorphological\\_evolution\\_of\\_Hashirikotan\\_barrier\\_spit\\_system\\_controlled\\_by\\_regional\\_seismotronics\\_southern\\_Kuril\\_subduction\\_zone](https://www.researchgate.net/publication/322818218_The_geomorphological_evolution_of_Hashirikotan_barrier_spit_system_controlled_by_regional_seismotronics_southern_Kuril_subduction_zone)
54. Nanayama F., Watanabe K., Shigeno K., Ishii M., Ishiwata K., Inokuma S. **2018.** Giant earthquake tsunami traces and related regional crustal movements recognized around the Kuril subduction zone, eastern Hokkaido, northern Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*, 124(6): 413–433. <https://doi.org/10.5575/geosoc.2018.0013>

55. Kelsey H., Satake K., Sawai Y., Sherrod B., Shimokawa K., Shishikura M. **2006**. Recurrence of postseismic coastal uplift, Kuril subduction zone, Japan. *Geophysical Research Letters*, 33: L13315. <https://doi.org/10.1029/2006GL026052>
56. Nanayama F., Shigeno K., Shitaoka Y., Furukawa R. **2011**. Geological study of unusual tsunami deposits in the Kuril subduction zone for mitigation of tsunami disasters. In: *The tsunami treat – Research and Technology*. Publisher InTech, 283–298. <https://doi.org/10.5772/14249>
57. Soeda Y., Nanayama F., Shigeno K., Furukawa R., Kumasaki N., Tsutsumi Y., Kurumazuka H., Sawai Y., Satake K., Nakagawa M., Yamada G., Katsuragawa M., Akamatsu M., Ishii M. **2003**. Nine tsunami sand deposits in peat layers at the historic site of Kokutaija Temple in Akkeshi Town, Eastern Hokkaido, and their correlation with regional tsunami events. *Report on Active Faults and Paleoeearthquakes*, 3: 285–296. URL: <https://www.gsj.jp/data/actfault-eq/h14seika/pdf/akkeshi.pdf>
58. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Ivanova E.D., Kharlamov A.A., Kaistrenko V.M., Arslanov Kh.A., Chernov S.B. **2014**. The Tohoku Tsunami of 11 March 2011: The key event to understanding tsunami sedimentation on the coasts of closed bays of the Lesser Kuril Islands. *Pure Applied Geophysics*, 171(12): 3307–3328. <https://doi.org/10.1007/s00024-014-0794-y>
59. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Харламов А.А., Ильев А.Я., Кайстренко В.М. **2008**. Геологическая летопись палеоцунами на о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцене. *Вулканология и сейсмология*, 4: 50–66. EDN: JHMZVF