



## Application of paleodata for evaluation of the tsunami hazard of the Malokurilskaya bay coast (Shikotan Island)

N. G. Razjigaeva<sup>1</sup>  
L. A. Ganzey<sup>1</sup>  
T. A. Grebennikova  
V. M. Kaistrenko<sup>2</sup>  
A. A. Kharlamov<sup>3</sup>  
K. A. Arslanov<sup>4</sup>  
F. E. Maksimov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok  
<sup>2</sup>Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk  
<sup>3</sup>P.P.Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow  
<sup>4</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg

### Abstract

The data on the geological records of the paleotsunamis on the coast of one of the inhabited bays of Shikotan Island have been represented. The studied area is located on the side of the South Kuril Strait, which is currently being actively developed. The purpose of the article is to establish the chronology of the strongest tsunamis that occurred here in the middle-late Holocene, to evaluate their parameters and recurrence. Data on the sections of Holocene deposits, selected on lowland within head of the bay was also attracted. The diatom analysis was used as well as lithological study for identification of paleotsunami deposits. Tsunami sands include marine and brackish-water diatom species, benthic sublittoral forms predominate, the plankton sublittoral species has been found also. Finally, the oceanic diatoms, which came from deep-sea straits, have been represented in small numbers. The grain size composition of tsunami sands is very different depending on the sedimentation conditions existing on the coast: only thinner suspensions spread into the lake; sand sheets formed on the surface of the peat bog have a coarser composition and greater thickness. There are signs of active material feed from the slopes during some events. Paleotsunami age has been determined on the base of radiocarbon dating and tephrostratigraphy data. The lacustrine-swamp sequences included 2 layers of Tyatya Volcano tephra and 2 transit volcanic ash, the sources of which were eruptions of Tarumai and Mashu volcanoes, located on Hokkaido Island. The recurrence of strong tsunamis over the last ~7240 cal. has been established at first for the Malokurilsk village area, and the comparison of the obtained results was made with the results for Khromova, Otradnaya, Krabovaya bays and Pacific sides of the island. The paleo-events is proved to be more intense than the historical tsunami. The recurrence of large tsunamis which left sand sheets is less than that on the Pacific side of the island.

### Keywords

paleotsunami, tsunami hazard, Holocene, Lesser Kuril Ridge.

**For citation:** Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kaistrenko V.M., Kharlamov A.A., Arslanov K.A., Maksimov F.E. Application of paleodata for evaluation of the tsunami hazard of the Malokurilskaya bay coast (Shikotan Island). *Geosystems of Transition Zones*, 2019, vol. 3, N 2, p. 219–236. (In Russ.). doi: 10.30730/2541-8912.2019.3.2.219-236

**Для цитирования:** Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Кайстренко В.М., Харламов А.А., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е. Использование палеоданных для оценки цунамиопасности побережья бухты Малокурильская (остров Шикотан). *Геосистемы переходных зон*. 2019. Т. 3, № 2. С. 219–236. doi: 10.30730/2541-8912.2019.3.2.219-236

## References

1. Аверьянова В.Н., Федотов С.А., Ферчев М.Д. Предварительные данные о землетрясении и цунами 6 ноября 1958 г. // *Бюл. совета по сейсмологии*. 1961. № 9. С. 89–99.
2. *Атлас Курильских островов* / В.М. Котляков, Н.Н. Комедчиков, П.Я. Бакланов (ред.). М.; Владивосток: ДИК, 2009. 516 с.
3. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. *Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды*. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
4. Гаврилов В.К., Соловьева Н.А. *Вулканогенно-осадочные формации геосинклинальных поднятий Малых и Больших Курил*. Новосибирск: Наука, 1973. 152 с.
5. Давыдова И.Н. *Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене*. Л.: Наука, 1985. 244 с.
6. *Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные* / В.С. Шешукова-Порецкая (отв. ред.) Л.: Наука, 1974. Т. 1. 400 с.
7. *Диатомовый анализ*. Кн. 3. Л.: Госгеолитиздат, 1950. 398 с.
8. Иващенко А.И., Гусяков В.К., Джумагалиев В.А., Йех Г., Жукова Л.Д., Золотухина Н.Д., Кайстренко В.М., Като Л.Н., Клочков А.А., Королев Ю.П., Кругляков А.А., Куликов Е.А., Куракин В.Н., Левин Б.В., Пелиновский Е.Н., Поплавский А.А., Титов В.В., Харламов А.А. Шикотанское цунами 5 октября 1994 г. // *Докл. АН*. 1996. Т. 348, № 4. С. 532–538.
9. Кайстренко В.М., Гусяков В.К., Джумагалиев В.А. и др. Проявление цунами 4 октября 1994 года на Шикотане // *Проявления конкретных цунами. Цунами 1993 и 1994 годов на побережье России. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией)*. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. Т. 8. С. 55–73.
10. Кайстренко В.М., Шевченко Г.В., Ивельская Т.Н. Проявление цунами Тохоку 11 марта 2011 года на российском тихоокеанском побережье // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2011. Т. 38, № 1. С. 41–64.
11. Ковтунович П.Ю. Геологическое строение // *Курильские острова (природа, геология, землетрясения, вулканы, история, экономика)*. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 2004. С. 57–97.
12. Левин Б.В., Иващенко А.И., Куликов Е.А. Заключение подкомиссии по цунами и морским наводнениям о результатах обследования последствий землетрясения и цунами 4(5).10.1994 г. в береговой зоне Южных Курильских островов // *Шикотанское землетрясение 4(5).10.94: экстренный выпуск*. ФССН: Информ.-аналит. бюл. М., 1994. С. 5–7.
13. Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. *Методы изучения осадочных пород*. М.: Недра, 1986. 240 с.
14. *Лоция Охотского моря. Вып. 1. Южная часть моря* / Мин-во обороны СССР. Гидрогр. упр. 1968. 284 с.
15. Пинегина Т.К. *Пространственно-временное распределение очагов цунамигенных землетрясений тихоокеанского и берингоморского побережий Камчатки по отложениям палеоцунами: автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук*. М., 2014. 43 с.
16. Пушкарь В.С., Черепанова М.В. *Диатомеи плиоцена и антропогена Северной Пацифики (Стратиграфия и палекология)*. Владивосток: Дальнаука, 2001. 229 с.
17. Разжигаяева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Харламов А.А., Ильев А.Я., Кайстренко В.М. Геологическая летопись палеоцунами на о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцене // *Вулканология и сейсмология*. 2008. № 4. С. 50–66. [Razzhigayeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kharlamov A.A., Ilyev A.Ya., Kaistrenko V.M. The geological record of paleotsunamis striking Shikotan Island, in the Lesser Kurils, during holocene time. *J. of Volcanology and Seismology*, 2008, 2(4): 262–277. <https://doi.org/10.1134/s0742046308040040>].
18. Разжигаяева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Харламов А.А., Арсланов Х.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Петров А.Ю. Проблема палеореконструкций мегацунами на Южных Курилах // *Тихоокеанская геология*. 2017. Т. 36, № 1. С. 37–49. [Razzhigayeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kharlamov A.A., Arslanov K.A., Petrov A.Y., Kaistrenko V.M., Gorbunov A.O. The problem of past megatsunami reconstructions on the southern Kurils. *Russian J. of Pacific Geology*, 2017, 11(1): 34–45. <https://doi.org/10.1134/s1819714017010079>].
19. Рябушко Л.И. Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) залива Восток Японского моря // *Биота и среда заповедников Дальнего Востока*. 2014. № 2. С. 4–17.
20. Соловьев С.Л. Основные данные о цунами на Тихоокеанском побережье СССР, 1737–1976 гг. // *Изучение цунами в открытом океане*. М.: Наука, 1978. С. 61–128.
21. *Справочник по литологии* / Н.Б. Вассоевич, В.Л. Либрович, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко (ред.). М.: Недра, 1983. 509 с.
22. Терехов Е.П., Цой И.Б., Можеровский А.В., Вагина Н.К. Плиоценовые отложения острова Шикотан (Малая Курильская гряда) // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2011. Т. 19, № 3. С. 96–110. [Terekhov E.P., Tsoy I.B., Mozherovskii A.V., Vagina N.K. Pliocene sediments of Shikotan Island (Lesser Kuril Ridge). *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2011, 19(3): 337–351. <https://doi.org/10.1134/s0869593811030105>].
23. Шевченко Г.В., Лоскутов А.В., Кайстренко В.М. Новая карта цунамирайонирования Южных Курильских островов // *Геосистемы переходных зон*. 2018. Т. 2, № 3. С. 225–238. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2018.2.3.225-238>
24. *Шикотанское землетрясение и цунами 4(5) октября 1994 года. Хроника событий, анализ последствий и современное состояние проблемы* / Б.В. Левин, О.Н. Лихачева, В.Л. Ломтев, И.Н. Тихонов, Г.В. Шевченко (ред.). Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2015. 128 с.

25. Bronk Ramsey C. Methods for summarizing radiocarbon datasets // *Radiocarbon*. 2017. Vol. 59, N 2. P. 1809–1833. doi:10.1017/RDC.2017.108.
26. Dawson A.G., Stewart I. Tsunami deposits in the geological record // *Sedimentary Geology*. 2007. Vol. 200(3–4). P. 166–183. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.01.002>
27. Goto T., Satake K., Sugai T., Ishibe T., Harada T., Gusman A.R. Tsunami history over the past 2000 years on the Sanriku coast, Japan, determined using gravel deposits to estimate tsunami inundation behavior // *Sedimentary Geology*. 2019. Vol. 382. P. 85–102. doi:10.1016/j.sedgeo.2019.01.001
28. Kaistrenko V., Razjigaeva N., Kharlamov A., Shishkin A. Manifestation of the 2011 Great Tohoku tsunami on the Kuril Island coast: Tsunami with ice // *Pure and Applied Geophysics*. 2013. Vol. 170. P. 1103–1114. doi:10.1007/s00024-012-0546-9
29. Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1986. 876 p.
30. Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1991. 576 p.
31. 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.R. Reconstruction of Holocene environmental changes in Southern Kurils (North-Western Pacific) based on palaeolake sediment proxies from Shikotan Island // *Global and Plan. Change*. 2017. Vol. 159. P. 25–36. doi:10.1016/j.gloplacha.2017.10.005
32. Nishimura Yu., Nakamura Y., Kaistrenko V., Iliev A.Ya. Tsunami deposits and tephra on Kunashir and Shikotan Islands, Southern Kuril Islands // *Chikyū Monthly*. 2009. Vol. 31, N 6. P. 311–320.
33. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Ivanova E.D., Kharlamov A.A., Kaistrenko V.M., Arslanov Kh.A., Chernov S.B. 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 and Applied Geophysics*. 2014. Vol. 171, N 12. P. 3307–3328. doi:10.1007/s00024-014-0794-y
34. Razhigaeva N.G., Matsumoto A., Nakagawa M. Age, source, and distribution of Holocene tephra in the Southern Kurile Islands: Evaluation of Holocene eruptive activities in the southern Kurile arc // *Quaternary International*. 2016. Vol. 397. P. 63–78. doi:10.1016/j.quaint.2015.07.070
35. Sakaguchi Y. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation // *Bull. of the Dep. of Geogr. Univ. of Tokyo*. 1983. Vol. 15. P. 1–31.
36. Sawai Y. Evidence for 17th-century tsunamis generated on the Kurile-Kamchatka subduction zone, Lake Tokotan, Hokkaido, Japan // *J. of Asian Earth Sciences*. 2002. Vol. 20. P. 903–911. [https://doi.org/10.1016/s1367-9120\(01\)00077-3](https://doi.org/10.1016/s1367-9120(01)00077-3)
37. Sugawara D., Minoura K., Imamura F. Tsunami and tsunami sedimentology // *Tsunamites – Features and Implications*. Amsterdam: Elsevier, 2008. P. 9–49. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-51552-0.00003-5>