

## Реакция растительности обрамления бухты Заря (Японское море) на мультидекадные климатические вариации за последние 5500 лет

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

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

Мохова Людмила Михайловна, <https://orcid.org/0000-0003-0396-4756>

Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

Резюме

[PDF RUS](#)

[PDF ENG](#)

[Полный текст](#)

[PDF RUS](#)

**Резюме.** На основе данных спорово-пыльцевого анализа озерно-болотных отложений восстановлено развитие растительности на побережье восточного Приморья, в низкогорье и среднегорье восточного макросклона Сихотэ-Алиня за последние 5500 лет. Временное разрешение реконструкций – 30–88 лет. Выделено 20 фаз развития растительности длительностью от 670 до 120 лет, на фоне которых происходили вариации мультидекадного масштаба. Определенную роль в изменчивости палиноспектров играли условия переноса пыльцы и спор. Короткопериодные гидроклиматические изменения отражены в структуре палиноспектров в изменениях соотношения пыльцы широколиственных и темнохвойных пород, пики которых хорошо согласуются с вариациями солнечной активности. Длительная фаза устойчивого развития кедрово-широколиственных лесов отмечена в конце среднего голоцена (5050–4380 л.н.). Зафиксированы изменения растительности в похолодание ~4200 л.н., сопровождавшееся снижением увлажнения. Распространение кедра корейского происходило, как правило, в более прохладных, влажных условиях, а снижение его участия – в фазы уменьшения увлажнения. Наибольший расцвет кедровников отмечен в похолодание 2820–2640 л.н. Темнохвойные леса получили широкое распространение в начале малого ледникового периода. Роль берез увеличилась в позднем голоцене и современных условиях. Заросли ольхи распространялись на заболоченных берегах озера при уменьшении увлажнения. В переносе спор большую роль играл плоскостной смыв, активизировавшийся в периоды высокой повторяемости тайфунов. Обнаружена аллохтонная пыльца (*Cryptomeria*, *Fagus*), перенесенная в составе биоаэрозолей с удаленных территорий, вероятно с Японских островов. Не исключено, что пыльца *Ephedra* поступала с пыльными бурями с внутренних частей континента. Признаки антропогенного влияния на ландшафты зафиксированы начиная с эпохи бронзы. Наиболее значительные антропогенные изменения лесной растительности происходили в конце XIX – начале XX в. до установления заповедного режима.

### Ключевые слова:

спорово-пыльцевой анализ, голоцен, потепления, похолодания, увлажнение, муссон, плоскостной смыв, антропогенное влияние, Дальний Восток, восточное Приморье

**Для цитирования:** Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М. Реакция растительности обрамления бухты Заря (Японское море) на мультидекадные климатические вариации за последние 5500 лет. *Геосистемы переходных зон*, 2026, т. 10, № 1, с. 33–56. <https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.1.033-056>; <https://www.elibrary.ru/bcixwr>

**For citation:** Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Mokhova L.M. Vegetation response in the surrounding area of Zarya Bay (the Sea of Japan) to multidecadal climatic variations over the past 5500 years. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2026, vol. 10, No. 1, p. 33–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.1.033-056>; <https://www.elibrary.ru/bcixwr>

### Список литературы

1. Киселев А.А., Махоткина Е.Л., Павлова Т.В. (ред.) *Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации*. СПб.: Наукоемкие технологии, 2022, 124 с.
2. Li C., Wu Ya., Hou X. Holocene vegetation and climate in Northeast China revealed from Jingbo Lake sediment. *Quaternary International*. 2011, 229:67–73. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.12.015>
3. Chu G., Sun Q., Xie M., Lin Y., Shang W., Zhu Q., Shan Y., Xu D., Rioual P., Wang L., Liu J. Holocene cyclic climatic variations and the role of the Pacific Ocean as recorded in varved sediments from northeastern China. *Quaternary Science Reviews*. 2014, 102:85–95. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.08.008>

4. Stebich M., Rehfeld K., Schlutz F., Tarasov P.E., Liu J., Mingram J. Holocene vegetation and climate dynamic of NE China based on the pollen record from Sihailongwan Maar Lake. *Quaternary Science Reviews*. 2015,124:275–289. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2015.07.021>
5. Zhang M., Bu Z., Jiang M., Wang S., Liu S., Jin Q., Shi P. Mid-late Holocene maar lake-mire transition in northeast China triggered by hydroclimatic variability. *Quaternary Science Reviews*. 2019,220:215–229. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.07.021>
6. Zhang M., Bu Z., Wang S., Jiange M. Moisture changes in Northeast China since the last deglaciation: Spatiotemporal out-of-phase patterns and possible forcing mechanisms. *Earth-Science Reviews*. 2020,201:102984. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102984>
7. Park J., Bahk J., Park J., Kim H., Choi J. Mid-to-late Holocene climate variability in coastal East Asia and its impact on ancient Korean societies. *Scientific Report*. 2023,13:15379. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42551-x>
8. Лобанов В.Б., Данченков М.А., Лучин Е.В., Мезенцева Л.И., Пономарев В.И., Соколов О.В. и др. Дальневосточные моря России. В кн.: Ясюкевич В.В., Говоркова В.А., Корнева И.А. и др. (ред.) *Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации*. М.: Росгидромет, 2014, раздел 5.4, с. 684–743.
9. Мезенцева Л.И., Гришина М.А., Кондратьев И.И. Траектории и глубина циклонов, выходящих на территорию Приморского края. *Вестник ДВО РАН*. 2019,4:29–38.
10. Бышев В.И., Нейман В.Г., Пономарев В.И., Романов Ю.А., Серых И.В., Цурикова Т.В. Роль глобальной атмосферной осцилляции в формировании климатических аномалий Дальневосточного региона России. *Доклады Академии наук*. 2014,458(1):92–96. <http://dx.doi.org/10.7868/S0869565214250148>
11. Бышев В.И., Гусев А.В., Сидорова А.Н. Концептуальные основы альтернативной физической модели современного климата. *Океанологические исследования*. 2024,52(1):5–33. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2024.52\(1\).1](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2024.52(1).1)
12. Ponomarev V.I., Trusenkov O.O., Trousenkov S.T., Ustinova E.I., Kaplunen D.D., Polyakova A.M. The ENSO signal in the Northwest Pacific. *PICES Scientific Report*. 1999,10:9–31.
13. Park J., Park J., Yi S., Kim J.C., Lee E., Choi J. Abrupt Holocene climate shifts in coastal East Asia, including the 8.2 ka, 4.2 ka, and 2.8 ka BP events, and societal responses on the Korean Peninsula. *Scientific Reports*. 2019,9:10806. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47264-8>
14. Ding X., Hu B., Li J., Lan J., Zgeb X., Yi L. Late Holocene orbital forcing and solar activity on the Kuroshio Current of subtropical north Pacific at different timescales. *Frontiers of Earth Science*. 2022,10:845228. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.845228>
15. Lim J., Matsumoto E. Fine aeolian quartz records in Cheju Island, Korea, during the Last 6500 years and pathway change of the westerlies over East Asia. *J. of Geophysical Research: Atmospheres*. 2008,113:D08106. <http://dx.doi.org/10.1029/2007JD008501>
16. Nagashima K., Tada R., Toyoda S. Westerly Jet – East Asian summer monsoon connection during the Holocene. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2013,14:5041–5053. <https://doi.org/10.1002/2013GC004931>
17. Безрукова Е.В., Решетова С.А., Кулагина Н.В., Щетников А.А., Филинов И.А., Кузьмин М.И. Растительность и климат на севере Минусинской котловины в позднем голоцене с декадным разрешением: запись из озера Шира. *Доклады Российской академии наук*. 2024,518(2):359–365. <https://doi.org/10.31857/S2686739724100181>
18. Novenko E.Yu., Mazei N.G., Kupriyanov D.A., Babeshko K.V., Kusilman M.V., Zyuganova I.S., Tsyganov A.N., Mazei Yu.A., Phelps L.N., Davis B.As. A 1300-year multi-proxy palaeoecological record from the northwest Putorana Plateau (Russian Subarctic): environmental changes, vegetation dynamics and fire history. *The Holocene*. 2023,33(2):181–193. <https://doi.org/10.1177/09596836221131693>
19. Назарова Л.Б., Разжигаета Н.Г., Головатюк Л.В., Бискаборн Б.К., Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Дикман Б. Развитие экологических условий позднего голоцена в Восточном Приморье (Дальний Восток, Россия). *Сибирский экологический журнал*. 2021,3:274–290. <https://doi.org/10.15372/SEJ20210302>
20. Лящевская М.С., Базарова В.Б., Макарова Т.Р. Развитие природной среды и эволюция озера Гнилое (юго-восточное Приморье) за последние 3300 лет. *Геоморфология и палеогеография*. 2023,54(3):108–123. <https://doi.org/10.31857/S2949178923030064>
21. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Копотева Т.А., Климин М.А., Арсланов Х.А. и др. Биоиндикационные признаки атмосферных аномалий в разрезах торфяников на восточном макросклоне Сихотэ-Алиня в позднем голоцене. *Тихоокеанская геология*. 2023,42(1):45–59. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2023-42-1-45-59>
22. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Чаков В.В., Копотева Т.А., Климин М.А., Симонова Г.В. Проявление глобальных похолоданий позднего голоцена на морском побережье юга Дальнего Востока. *Геоморфология и палеогеография*. 2023,54(1):112–130. <https://doi.org/10.31857/S0435428123010115>
23. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Арсланов Х.А. Озерные палеоархивы изменения природной среды полуострова Песчаный, Японское море (Южное Приморье). *Геосистемы переходных зон*. 2023,7(4):375–404. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.4.375-404>
24. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Белянин П.С., Кудрявцева Е.П., Шекман Е.А., Копотева Т.А., Климин М.А. Васьковское болото как природный архив изменений среды Сихотэ-Алинского биосферного района в позднем голоцене. *Тихоокеанская география*. 2025,3:44–64. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2025\\_23\\_4](https://doi.org/10.35735/26870509_2025_23_4)

25. Lozhkin A.V., Anderson P.M., Brown T.A., Grebennikova T.A., Korzun J.A., Tsigankova V.I. Lake development and vegetation history in coastal Primor'ye: implications for Holocene climate of the southeastern Russian Far East. *Boreas*. 2021,50:983–997. <https://doi.org/10.1111/bor.12477>
26. Lozhkin A.V., Cherepanova M.V., Grebennikova T.A., Anderson P.M., Brown T., Korzun J.A., Tsigankova V.I. Middle and late-Holocene coastal environments of far southeastern Russia as inferred from palynological and diatom data. *The Holocene*. 2026,36(2):223–233. <https://doi.org/10.1177/09596836251387251>
27. Жудова П.П. *Растительность и флора Судзукинского государственного заповедника Приморского края*. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1967, 245 с. (Труды Сихотэ-Алинского государственного заповедника; вып. 4).
28. *Лазовский заповедник*. М.: Агропромиздат, 1989, 206 с.
29. Лаптев Л.А. Физико-географическая характеристика. В кн.: Азбукина З.М. (ред.) *Флора, мико- и лишенобиота Лазовского заповедника (Приморский край)*. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990, с. 4–9.
30. Крестов П.В., Верхолат В.П. *Редкие растительные сообщества Приморья и Приамурья*. Владивосток: ДВО РАН, 2003, 200 с.
31. Пшенникова Л.М. *Водные растения российского Дальнего Востока*. Владивосток: Дальнаука, 2005, 106 с.
32. Краснопеев С.М., Розенберг В.А. (ред.) *Атлас лесов Приморского края*. Владивосток: ДВО РАН, 2005, 76 с.
33. Покровская И.М. Методика камеральных работ. В кн.: *Палеопалинология*. Л.: Недра, 1966, т. 1, с. 32–61. (Труды ВСЕГЕИ; т. 141).
34. Grimm E. *Tilia software 2.0.2*. Illinois State Museum Research and Collection Center, Springfield, 2004.
35. Blaauw M., Christen J.A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Analysis*. 2011,6(3):457–474.
36. Ганзей Л.А., Разжигаева Н.Г., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Арсланов Х.А., Чернов С.Б., Наумов Ю.А. Осадки исторических и палеоцунами на побережье Восточного Приморья. *Тихоокеанская геология*. 2015,34(1):79–95.
37. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. *Четвертичные отложения Приморья. Стратиграфия и палеогеография*. Новосибирск: Наука, 1980, 234 с.
38. Урусов В.М., Лобанова И.И., Варченко Л.И. *Хвойные Российского Дальнего Востока – ценные объекты изучения, охраны, разведения и использования*. Владивосток: Дальнаука, 2007, 440 с.
39. Bazarova V.B., Lyashchevskaya M.S., Kudryavtseva E.P., Piskareva Y.V., Astashenkova Y.V. Holocene population of Ambrosia on South of Russian Far East. *Geography, Environment, Sustainability*. 2023,16(1):16–25. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2022-123>
40. Zhou X., Liu X., Zhan T., Oyebanji D.B., Zhang J., Tu L., Jiang S. Low-latitude forcing on 4.2 ka event indicated by records in the Asian monsoon region. *Global and Planetary Change*. 2024,235:104401. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2024.104401>
41. Steinhilber F., Beer J., Fröhlich C. Total solar irradiance during the Holocene. *Geophysics Research Letters*. 2009,36:L19704. <https://doi.org/10.1029/2009GL040142>
42. Stott L., Cannariato K., Thunell R., Haug G.H., Koutavas A., Lund S. Decline of surface temperature and salinity in the western tropical Pacific Ocean in the Holocene epoch. *Nature*. 2004,431:56–59. <https://doi.org/10.1038/nature02903>
43. Mayewski P.A., Rohling E.E., Stager J.C., Karle W., Maasch K.A., Meeker L.D., et al. Holocene climate variability. *Quaternary Research*. 2004,62:243–255.
44. Conroy J.L., Overpeck J.T., Cole J.E., Shanahan T., Steinitz-Kannan M. Holocene changes in eastern tropical Pacific climate inferred from a Galapagos lake sediment record. *Quaternary Science Review*. 2008,27:1166–1180. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2008.02.015>
45. Sakaguchi Y. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation. *Bulletin of the Department of Geography University of Tokyo*. 1983,15:1–31.
46. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Mokhova L.M., Makarova T.R., Kudryavtseva E.P., Panichev A.M., Arslanov Kh.A. Climate and human impact on vegetation in the upper part of the Ussuri River basin in late Holocene, Russian Far East. *Geography, Environment, Sustainability*. 2019,2(12):162–172.
47. Wanner H., Solomina O., Grosjean M., Ritz S.P., Jetel M. Structure and origin of Holocene cold events. *Quaternary Science Review*. 2011,30:3109–3123. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2011.07.010>
48. Gorbarenko S.A., Shi X., Liu Y., Bosin A.A., Vasilenko Y.P., Artemova A.V., Yanchenko E.A., Zou J., Yao Z., Kirichenko I.S. Reconstructing Holocene centennial cooling events: synthesized temperature changes, chronology, and forcing in the Northern Hemisphere. *Frontiers of Earth Science*. 2024,12:1415180. <https://doi.org/10.3389/feart.2024.1415180>
49. Lozhkin A., Minyuk P., Cherepanova M., Anderson P., Finney B. Holocene environments of central Iturup Island, southern Kuril archipelago, Russian Far East. *Quaternary Research*. 2017,88:23–38. <https://doi.org/10.1017/qua.2017.21>
50. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Starikova A.A. Landscape and environmental changes of Eastern Primorye coast at middle–late Holocene: climatic changes and human impact effects. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2018,158:160–172. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2018.02.013>
51. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А. Развитие ландшафтов Шкотовского плато Сихотэ-Алиня в позднем

- голоцене. *Известия РАН. Серия географическая*. 2016,3:65–80. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2016-3-65-80>
52. Razjigaeva N., Ganzey L., Grebennikova T., Ponomarev V. “Cold-Dry” and “Cold-Wet” events in the Late Holocene, Southern Russian Far East. *Climate*. 2023,11:91. <https://doi.org/10.3390/cli11040091>
53. Park J., Park J., Yi S., Lim J., Kim J.C., Jin Q., Choi J. Holocene hydroclimate reconstruction based on pollen, XRF, and grain-size analysis and its implications for past societies of the Korean Peninsula. *The Holocene*. 2021,31(9):1489–1500. <https://doi.org/10.1177/09596836211019115>
54. Wanner H., Pfister C., Neukom R. The variable European Little Ice Age. *Quaternary Science Reviews*. 2022,287:107531. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107531>
55. Базарова В.Б., Макарова Т.Р., Лящевская М.С., Макаревич Р.А., Разжигаева Н.Г., Гельман Е.И., Пискарева Я.Е., Асташенкова Е.В. Природные обстановки пойменного осадконакопления в малый ледниковый период в дельтовой зоне р. Цукановки (юго-западное Приморье). *Тихоокеанская геология*. 2025,44(3):72–89. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2025-44-3-72-89>
56. Park J., Han J., Jin Q., Bahk J., Yi S. The link between ENSO-like forcing and hydroclimate variability of coastal East Asia during the Last Millennium. *Scientific Reports*. 2017,7:8166. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08538-1>
57. Dziziurova V.D., Korznikov K.A., Petrenko T.Y., Dudov S.V., Krestov P.V. Assessment of the mixed coniferous broadleaved forest canopy disturbance induced by typhoon Maysak (2020) using drone-borne images near Vladivostok, Russia. *Botanica Pacifica*. 2022,11(2):81–87. <https://doi.org/10.17581/bp.2022.11214>
58. Usoskin I.G., Solanki S.K., Kovaltsov G.A. Grand minima and maxima of solar activity: New observational constraints. *Astronomy & Astrophysics*. 2007,471(1):301–309. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20077704>
59. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Ponomarev V.I., Mokhova L.M., Grebennikova T.A. Application bioaerosol records for recovery of atmospheric circulation anomalies over the Kuril Islands in the Late Glacial-Holocene. *Quaternary Science Review*. 2025,353:109222. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2025.109222>
60. Мохова Л.М. Особенности состава спорово-пыльцевого дождя во время прохождения пыльных бурь на юге Дальнего Востока. В кн.: Афонин С.А., Токарев П.И. (ред.). *Материалы XI Всероссийской палинологической конференции*. М.: ПИ РАН, 2005, с. 173–174.
61. Кузмин Я.В., Болдин В.И., Никитин Ю.Г. Хронология культур раннего железного века и средневековья Приморья. *Россия и АТР*. 2005,4:44–53.
62. Андреева Ж.В., Гарковик А.В., Жущиховская И.С., Кононенко Н.А. (ред.) *Валентин-перешеек – поселок древних рудокопов*. М.: Наука, 1987, 248 с.
63. Бакланов П.Я., Берсенев Ю.И. (ред.) *Национальный парк «Зов тигра»*. Владивосток: Дальнаука, 2014, 147 с.