

## Развитие Солонцовских озер как показатель динамики увлажнения в Центральном Сихотэ-Алине в позднем голоцене

Надежда Глебовна Разжигаева<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0001-7936-1797>), [nadyar@tigdvo.ru](mailto:nadyar@tigdvo.ru)  
Лариса Анатольевна Ганзей<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-2538-6603>), [lganzev@mail.ru](mailto:lganzev@mail.ru)  
Татьяна Афанасьевна Гребенникова<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-5805-391X>), [tagrebennikova@mail.ru](mailto:tagrebennikova@mail.ru)  
Татьяна Андреевна Копотева<sup>2</sup> (<https://orcid.org/0000-0003-4824-9959>), [kopoteva@ivep.as.khb.ru](mailto:kopoteva@ivep.as.khb.ru)  
Михаил Анатольевич Климин<sup>2</sup> (<https://orcid.org/0000-0003-1329-5437>), [m\\_klimin@bk.ru](mailto:m_klimin@bk.ru)  
Марина Сергеевна Лящевская<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-5624-3015>), [lyshevskay@mail.ru](mailto:lyshevskay@mail.ru)  
Александр Михайлович Паничев<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0001-5223-443X>), [sikhote@mail.ru](mailto:sikhote@mail.ru)  
Хикматулла Адиевич Арсланов<sup>3</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-2302-8175>), [arslanovkh@mail.ru](mailto:arslanovkh@mail.ru)  
Федор Евгеньевич Максимов<sup>3</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-9429-3216>), [maksimov-fedor@yandex.ru](mailto:maksimov-fedor@yandex.ru)  
Алексей Юрьевич Петров<sup>3</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-7577-9114>), [petrovalexey1987@gmail.com](mailto:petrovalexey1987@gmail.com)

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

<sup>2</sup> Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

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

**Резюме.** На основе комплексного изучения разреза отложений оз. Нижнее выделены этапы развития малых Солонцовских (Шандуйских) озер, расположенных в среднегорье Центрального Сихотэ-Алиня в пределах крупных оползней, образованных на склонах палеовулкана. Проанализирован эколого-таксономический состав диатомовой флоры, ботанический состав торфа и установлены тенденции озерного осадконакопления в среднегорье. Органогенные отложения в озерных котловинах накапливались с высокими скоростями (до 1.7–1.9 мм/год). Наиболее подробные данные получены для последних 2.6 тыс. лет при изучении отложений оз. Нижнее, которое более чутко реагировало на изменение климатических условий. Частые смены комплексов диатомей и торфообразующих растений свидетельствуют о нестабильных гидроклиматических условиях с разной степенью обводнения и осушения вплоть до полного зарастания водоема. По данным диатомового анализа прослежена последовательная смена трофности водоема. Установлена частая смена сфагновых мхов разных секций, имеющих разные трофические предпочтения. Основными причинами изменения гидрологического режима озер являлись вариации атмосферных осадков при короткопериодной климатической ритмике. Проведена корреляция выделенных палеоклиматических событий с глобальными данными. Похолодания, как правило, сопровождались снижением увлажнения, но малый ледниковый период был влажным за счет роста атмосферных осадков.

*Ключевые слова*

**горные озера, торфонакопление, диатомовые водоросли, ботанический состав, климатические изменения, голоцен, юг Дальнего Востока**

**Для цитирования:** Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Копотева Т.А., Климин М.А., Лящевская М.С., Паничев А.М., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Развитие Солонцовских озер как показатель динамики увлажнения в Центральном Сихотэ-Алине в позднем голоцене. *Геосистемы переходных зон*, 2021, т. 5, № 3, с. 287–304.  
<https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.3.287-304>

**For citation:** Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kopoteva T.A., Klimin M.A., Lyashevskaya M.S., Panichev A.M., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu. Development of Solontsovskie Lakes as indicator of humidity within Central Sikhote-Alin in the Late Holocene. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2021, vol. 5, no. 3, pp. 287–304. (In Russ., abstr. in Engl.).  
<https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.3.287-304>

### Список литературы

1. Базарова В.Б., Гребенникова Т.А., Орлова Л.А. 2014. Динамика природной среды бассейна Амура в малый ледниковый период. *География и природные ресурсы*, 3: 124–132.
2. Базарова В.Б., Климин М.А., Копотева Т.А. 2018а. Голоценовая динамика восточноазиатского муссона в Нижнем Приамурье (юг Дальнего Востока). *География и природные ресурсы*, 3: 124–133. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-3\(124-133\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-3(124-133))

3. Базарова В.Б., Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Орлова Л.А. **20186**. Обстановки осадконакопления на поймах рек Приханкайской равнины в среднем-позднем голоцене (юг Дальнего Востока). *Тихоокеанская геология*, 37(1): 94–105. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2018-37-1-94-105>
4. Базарова В.Б., Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Копотева Т.А., Мохова Л.М., Паничев А.М., Климин М.А. **2017**. Пирогенные события на юге Дальнего Востока в позднем плейстоцене–голоцене. *География и природные ресурсы*, 4: 122–132.
5. Баринаева С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. **2006**. *Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды*. Тель-Авив: Pilies Studio, 498 с.
6. Белянин П.С., Белянина Н.И. **2018**. Эволюция долинных экосистем нижнего течения р. Бикин в позднем плейстоцене–голоцене. *География и природные ресурсы*, 4: 139–149. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-4\(139-149\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2018-4(139-149))
7. Васильев Н.Г., Матюшкин Е.Н. (ред.) **1982**. *Растительный и животный мир Сихотэ-Алинского заповедника*. М.: Наука, 304 с.
8. Ветренников В.В. **1976**. *Геологическое строение Сихотэ-Алинского государственного заповедника и Центрального Сихотэ-Алиня*. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 168 с.
9. Глезер З.И., Жузе А.П., Макарова И.В., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова-Порецкая В.С. (ред.) **1974**. *Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные)*. Т. 1. Л.: Наука, 403 с.
10. Давыдова И.Н. **1985**. *Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене*. Л.: Наука, 244 с.
11. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. **2004**. *Флора мхов средней части Европейской России. Fontinalaceae – Amblystegiaceae*. М.: КМК Scientific Press Ltd, т. 2: 609–944.
12. Клименко В.В. **2009**. *Климат: непрочитанная глава истории*. М.: МЭИ, 408 с.
13. Копотева Т.А., Купцова В.А. **2011**. Пирогенный фактор на маревых болотах Приамурья. *Вестник СВНЦ ДВО РАН*, 3: 37–41.
14. Короткий А.М. **2002**. Палинологические характеристики и радиоуглеродные датировки верхнечетвертичных отложений российского Дальнего Востока (низовья р. Амур, Приморье, о. Сахалин, Курильские острова). В кн.: *Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и российского Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных)*. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, с. 257–369.
15. Куликова Г.Г. **1974**. *Краткое пособие к ботаническому анализу торфа*. М.: Изд-во МГУ, 94 с.
16. Курьина И.В. **2011**. Экология раковинных амеб олиготрофных болот южной тайги Западной Сибири как индикаторов водного режима. *Изв. Пензенского гос. пед. ун-та*, 25: 368–375.
17. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. **2006**. *Пресноводные раковинные амебы*. М.: КМК, 300 с.
18. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н., Митяева О.А., Бабешко К.В. **2013**. Раковинные амебы в сфагновых болотах (по материалам заповедника «Приволжская степь»). *Изв. высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки*, 3: 4–18.
19. Марченко Н.А. **1991**. Вертикальные градиенты метеоэлементов в Приморском крае и возможности экстраполяции данных метеостанций. *География и природные ресурсы*, 3: 138–143.
20. Назарова Л.Б., Разжигаета Н.Г., Головатюк Л.В., Бискаборн Б.К., Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Дикман Б. **2021**. Развитие экологических условий позднего голоцена в Восточном Приморье (Дальний Восток, Россия). *Сибирский экологический журнал*, 3: 274–290.
21. Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. **2016**. Поздний субатлантик Южного Сахалина. *Успехи современного естествознания*, 9: 137–142.
22. Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Попов А.Н., Орлова Л.А. **2007**. Палеогеография озера Ханка в позднем голоцене. *Научное обозрение*, 2: 7–13.
23. Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Гвоздева И.Г., Попов А.Н., Кузьмин Я.В., Раков В.А., Горбаренко С.А. **2008**. Голоцен побережья Юго-Западного Приморья. *Научное обозрение*, 1: 8–27.
24. Паничев А.М., Попов В.К., Чекрыжов И.Ю., Голохваст К.С., Середкин И.В. **2012**. Кудуры Солонцовского палеовулкана в бассейне реки Таежная, Восточный Сихотэ-Алинь. *Успехи наук о жизни*, 5: 7–28.
25. Разжигаета 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. **2016**. Развитие ландшафтов Шкотовского плато Сихотэ-Алиня в позднем голоцене. *Изв. РАН. Серия геогр.*, 3: 65–80. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2016-3-65-80>
26. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Копотева Т.А., Мохова Л.М., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Климин М.А. **2017**. Изменения природной среды в позднем голоцене, зафиксированные в отложениях озера Изюбные Солонцы, Сихотэ-Алинь. *Сибирский экологический журнал*, 4: 512–527. <https://doi.org/10.15372/SEJ20170411>
27. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Копотева Т.А., Климин М.А., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. **2019a**. Летопись речных паводков в предгорьях Сихотэ-Алиня за последние 2.2 тысячи лет. *Изв. РАН. Серия геогр.*, 2: 85–99. <https://doi.org/10.31857/S2587-55662019285-99>
28. Разжигаета Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Климин М.А. **2019b**. Развитие природной среды среднегорья Южного Сихотэ-Алиня, запечатленное в разрезах торфяников Сергеевского плато. *Тихоокеанская геология*, 38(1): 13–31. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2019-38-1-13-31>
29. Разжигаета Н.Г., Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Горбунов А.О., Пономарев В.И., Климин М.А., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. **2020**. Реконструкция палеотайфунов и повторяемости экстремальных паводков на юге острова Сахалин в среднем–позднем голоцене. *Геосистемы переходных зон*, 4(1): 46–70. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2020.4.1.046-070>
30. Харитонов В.Г. **2010**. *Конспект флоры диатомовых водорослей (Bacillariophyceae) Северного Охотоморья*. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 189 с.
31. Цыганов А.Н., Бабешко К.В., Новенко Е.Ю., Малышева Е.А., Пейн Р.Д., Мазей Ю.А. **2017**. Количественная реконструкция гидрологического режима болот по ископаемым сообществам раковинных амеб. *Экология*, 2: 147–155. <https://doi.org/10.7868/S0367059717020081>
32. Blaauw M., Christen J.A. **2011**. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Analysis*, 6: 457–474. <https://doi.org/10.1214/11-BA618.30>

33. Buczkó K., Ognjanova-Rumenova N., Magyari E. **2010**. Taxonomy, morphology and distribution of some *Aulacoseira* taxa in glacial lakes in the South Carpathian region. *Polish Botanical J.*, 55(1): 149–163.
34. Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. **2015**. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China. *The Holocene*, 25: 454–468. <https://doi.org/10.1177/0959683614561888>
35. Dam H., van, Mertens A., Sinkeldam J. **1994**. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands J. of Aquatic Ecology*, 28: 117–133. <https://doi.org/10.1007/bf02334251>
36. Fagan B. **2000**. *The Little Ice Age. How climate made history 1300–1850*. New-York: Basic Books, 146 p.
37. Krammer K., Lange-Bertalot H. **1986**. *Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae, in Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 876 p.
38. Krammer K., Lange-Bertalot H., **1991a**. *Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 576 p.
39. Krammer K., Lange-Bertalot H., **1991b**. *Bacillariophyceae. Teil 4: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 437 p.
40. Leipe C., Nakagawa T., Gotanda K., Müller S., Tarasov P. **2015**. Late Quaternary 731 vegetation and climate dynamics at the northern limit of the East Asian summer monsoon and 732 its regional and global-scale controls. *Quaternary Science Reviews*, 116: 57–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.03.012>
41. Li C., Wu Ya., Hou X. **2011**. Holocene vegetation and climate in Northeast China revealed from Jingbo Lake sediment. *Quaternary International*, 229: 67–73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2009.12.015>
42. Lim J., Yang D-Y., Lee J-Y., Hong S-S., Um I.K. **2015**. Middle Holocene environmental change in central Korea and its linkage to summer and winter monsoon changes. *Quaternary Research*, 82(1): 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2015.04.003>
43. Ljungqvist F.C. **2010**. A new reconstruction of temperature variability in the extratropical Northern Hemisphere during the last two millennia. *Geografiska Annaler*, 92A: 339–351. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0459.2010.00399.x>
44. Ramsey B.C. **2017**. Methods for summarizing radiocarbon datasets. *Radiocarbon*, 59(2), 1809–1833. <https://doi.org/10.1017/RDC.2017.108>
45. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Mokhova L.M., Makarova T.R., Kudryavtseva E.P., Panichev A.M., Arslanov Kh.A. **2019**. Climate and human impact on vegetation in the upper part of the Ussuri River basin in Late Holocene, Russian Far East. *Geography, Environment, Sustainability*, 2(12): 162–172. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2018-44>
46. Reimer P. **2020**. Letter from the Guest Editor. *Radiocarbon*, 62(4): v–vii. <https://doi.org/10.1017/rdc.2020.99>
47. Sakaguchi Y. **1983**. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation. *Bull. of the Department of Geography of the University of Tokyo*, 15: 1–31.
48. Stebich M., Rehfeld K., Schlütz F., Tarasov P.E., Liu J., Mingam J. **2015**. Holocene vegetation and climate dynamic of NE China based on the pollen record from Sihailongwan Maar Lake. *Quaternary Science Reviews*, 124: 275–289. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.07.021>
49. Wanner H., Beer J., Bütikofer J., Crowley T.J., Cubasch U., Flückiger J., Goosse H., Grosjean M., Joos F., Kaplan J.O., Küttel M., Müller S.A., Prentice I.C., Solomina O., Stocker T.F., Tarasov P., Wagner M., Widmann M. **2008**. Mid- to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews*, 27: 1791–1828. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2008.06.013>
50. Wanner H., Solomina O., Grosjean M., Ritz S.P., Jetel M. **2011**. Structure and origin of Holocene cold events. *Quaternary Science Reviews*, 30: 3109–3123. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.07.010>