

О внутрисезонных и межсезонных связях ледовых режимов Берингова и Чукотского морей

¹ Шумилов Илья Валерьевич, <https://orcid.org/0009-0003-6713-779X>, i.shumilov@imgg.ru

¹ Никулина Ирина Владимировна, <https://orcid.org/0009-0001-4926-7027>, i.nikulina@imgg.ru

² Ващенко Дмитрий Алексеевич, <https://orcid.org/0009-0005-0692-7063>, vashchenko_da@sakhgu.ru

¹ Пищальник Владимир Михайлович, <https://orcid.org/0000-0003-1432-6741>, v.pishchalnik@imgg.ru

² Романюк Валерий Анатольевич, <https://orcid.org/0000-0002-9993-7965>, kunashir18@rambler.ru

¹ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

² ФГБОУ ВО Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

Резюме

[PDF RUS](#)

[PDF ENG](#)

Полный текст

[PDF RUS](#)

Резюме. В работе исследована внутрисезонная и межсезонная согласованность ледовых режимов Берингова и Чукотского морей в период современных спутниковых наблюдений. Выявлена сезонная структура статистических связей между площадью ледяного покрова двух акваторий и оценена её сопряжённость с температурой приземного воздуха и температурой поверхности моря. Используются среднемесячные ряды площади ледяного покрова Sea Ice Index, Version 3 Национального центра данных по снегу и льду (NSIDC) за 1979/80–2023/24 гг., данные температуры воздуха на высоте 2 м из реанализа ERA5 за тот же период и данные OSTIA о температуре поверхности моря северо-восточного шельфа Берингова моря за 1982–2023 гг. Применены корреляционный анализ, сопоставление месячных и фазовых показателей с учётом временного смещения, анализ стандартизированных аномалий и частичная корреляция. Показано, что Берингово и Чукотское моря характеризуются устойчивой внутрисезонной согласованностью ледовых процессов, наиболее выраженной в переходные периоды ледового сезона. Установлена статистическая связь между ледовитостью Берингова моря на фазе разрушения ледяного покрова и ледообразованием в Чукотском море в начале следующего сезона. Температура поверхности моря северо-восточного шельфа Берингова моря объясняет часть этой зависимости, отражая роль предшествующего теплового состояния шельфовых вод. Выявлена сезонная асимметрия вклада температурного фактора: осенью и в начале зимы сопряжённость ледовых условий сильнее связана с температурой воздуха над Чукотским морем, а весной и летом – с температурой воздуха над Беринговым морем. Полученные результаты позволяют рассматривать весенне-летнюю ледовитость Берингова моря как потенциальный предиктор условий начального ледообразования в Чукотском море.

Ключевые слова:

ледяной покров, ледовитость моря, Берингово море, Чукотское море, температура поверхности моря, температура приземного воздуха

Для цитирования: Шумилов И.В., Никулина И.В., Ващенко Д.А., Пищальник В.М., Романюк В.А. О внутрисезонных и межсезонных связях ледовых режимов Берингова и Чукотского морей. *Геосистемы переходных зон*, 2026, т. 10, № 3, с. 309–329. <https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.3.309-329>; <https://www.elibrary.ru/tnzduu>

For citation: Shumilov I.V., Nikulina I.V., Vashchenko D.A., Pishchalnik V.M., Romanyuk V.A. On the intraseasonal and interseasonal relationships between the ice regimes of the Bering and Chukchi Seas. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2026, vol. 10, No. 3, p. 309–329. (In Russ.).

<https://doi.org/10.30730/gtr.2026.10.3.309-329>; <https://www.elibrary.ru/tnzduu>

Список литературы

1. Матвеева Т.А., Семенов В.А., Астафьева Е.С. Ледовитость арктических морей и её связь с приземной температурой воздуха в Северном полушарии. *Лёд и Снег*. 2020,60(1):134–148. <https://doi.org/10.31857/S2076673420010029>; EDN: NEJLMZ
2. Плотников В.В., Вакульская Н.М., Лукьянова Н.Б. Об изменчивости ледовых условий Чукотского моря и ее связи с крупномасштабной циркуляцией атмосферы. *Метеорология и гидрология*. 2006,12:65–74. EDN: JSGSPL

3. Басюк Е.О., Хен Г.В., Ванин Н.С. Изменчивость океанологических условий Берингова моря в 2002–2006 гг. *Известия ТИНРО*. 2007,151:290–311. EDN: IMPGAX
4. Вакульская Н.М., Плотников В.В. Оценки параметров состояния ледяного покрова Берингова моря. *Криосфера Земли*. 2014,18(1):92–100. EDN: RXDUGF
5. Басюк Е.О., Зуенко Ю.И. Берингово море 2018 – экстремально малоледовитый и тёплый год. *Известия ТИНРО*. 2019,198:119–142. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2019-198-119-142>; EDN: DRRRKW
6. Плотников В.В., Вражкин А.Н., Мезенцева Л.И., Друзь Н.И., Вакульская Н.М., Дубина В.А. Изменчивость гидрометеорологического режима морей восточного сектора Арктики (Восточно-Сибирское, Чукотское) в современный период. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2020,331(7):103–115. <https://doi.org/10.18799/24131830/2020/7/2723>
7. Плотников В.В., Вакульская Н.М., Мезенцева Л.И., Дубина В.А., Пустошнова В.И. Изменчивость ледовых условий в Чукотском море и их связь с Арктической осцилляцией. *Известия ТИНРО*. 2020,200(1):155–167. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-155-167>
8. Мысленков С.А., Круглова Е.Е., Багатинский В.А. Повторяемость штормового волнения в море Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском морях. *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*. 2024,1(391):41–55. <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-1-41-55>
9. Плотников В.В., Пустошнова В.И. Изменчивость и сопряжённость ледовых условий в системе морей Восточной Арктики (Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское). *Метеорология и гидрология*. 2012,7:54–65. EDN: PBJBET
10. Вакульская Н.М., Плотников В.В., Пустошнова В.И. Сопряжённость ледовых условий Берингова моря с ледовыми условиями в морях восточного сектора Арктики и тихоокеанского бассейна. *Вестник ДВО РАН*. 2014,5:18–24.
11. Алексеева Т.А., Раев М.Д., Тихонов В.В., Соколова Ю.В., Шарков Е.А., Фролов С.В., Сероветников С.С. Сравнительный анализ площади морского льда в Арктике, полученной по данным спутниковой микроволновой радиометрии (алгоритм VASIA2), с ледовыми картами ААНИИ. *Исследование Земли из космоса*. 2020,6:17–23. <https://doi.org/10.31857/S0205961420060020>; EDN: WBMOCF
12. Fetterer F., Knowles K., Meier W.N., Savoie M., Windnagel A.K. Sea Ice Index, Version 3 [Data set]. Boulder, Colorado USA: National Snow and Ice Data Center, 2017. <https://doi.org/10.7265/N5K072F8>
13. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023688937. «Ice Data Processing». Авт.: Шумилов И.В., Романюк В.А., Пищальник В.М. № 2023682641; заявл. 30.10.2023; опублик. 25.12.2023. <https://fips.ru/EGD/a841422c-d905-46b5-9ce2-c2bedc0f6ff3>; EDN: GDFRGX
14. Hersbach H., Bell B., Berrisford P., et al. The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2020,146(730):1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>
15. Hersbach H., Bell B., Berrisford P., et al. ERA5 monthly averaged data on single levels from 1940 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). 2023. <https://doi.org/10.24381/cds.f17050d7>
16. Donlon C.J., Martin M., Stark J., Roberts-Jones J., Fiedler E., Wimmer W. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. *Remote Sensing of Environment*. 2012,116:140–158. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.10.017>
17. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024662834. «NetCDF Processing». Авт.: Шумилов И.В., Ващенко Д.А., Романюк В.А. № 2024661302; заявл. 20.05.2024; опублик. 30.05.2024. EDN: ACXUUT
18. *Границы океанов и морей*. № 9031. СПб.: ГУНИО МО, 2000, 208 с. <https://www.morkniga.ru/p800326.html?ysclid=mm8tez5hvv858863169>
19. Глебова С.Ю. Сезонные особенности и межгодовые изменения атмосферной циркуляции над Беринговым морем в 1995–2022 гг. *Известия ТИНРО*. 2024,204(1):183–205. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2024-204-183-205>; EDN: XQQOOX
20. Думанская И.О. *Ледовые условия морей азиатской части России*. М.; Обнинск: ИГ–СОЦИН, 2017, 640 с.
21. Stabeno P.J., Kachel N.B., Moore S.E., Napp J.M., Sigler M., Yamaguchi A., Zerbini A.N. Comparison of warm and cold years on the southeastern Bering Sea shelf and some implications for the ecosystem. *Deep-Sea Research. Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2012,65–70:31–45. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2012.02.020>
22. Corlett W.B., Pickart R.S. The Chukchi slope current. *Progress in Oceanography*. 2017,153:50–65. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.04.005>
23. Clark J.B., Mannino A. The impacts of freshwater input and surface wind velocity on the strength and extent of a large high latitude river plume. *Frontiers in Marine Science*. 2022,8:793217. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.793217>
24. Muramatsu M., Watanabe E., Itoh M., Onodera J., Mizobata K., Ueno H. Subsurface warming associated with Pacific Summer water transport toward the Chukchi borderland in the Arctic ocean. *Scientific Reports*. 2025,15:24. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-81994-8>
25. Лучин В.А., Соколов О.В. Межгодовая изменчивость и возможность прогноза термического состояния деятельного слоя вод Берингова моря. *Известия ТИНРО*. 2007,151:312–337.
26. Dubinina E.O., Kossova S.A., Osadchiev A.A., Chizhova Yu.N., Avdeenko A.S. Pacific waters in the East Siberian Sea: Identification from $\delta^{13}\text{C}(\text{DIC})$ and $[\text{DIC}]$ characteristics. *Doklady Earth Sciences*. 2024,515(2):715–721. <https://doi.org/10.1134/S10283334X2460004X>; EDN: LMIIDZ
27. Woodgate R.A., Weingartner T.J., Lindsay R. Observed increases in Bering strait oceanic fluxes from the Pacific to the Arctic from 2001 to 2011 and their impacts on the Arctic ocean water column. *Geophysical Research Letters*. 2012,39(24):L24603. <https://doi.org/10.1029/2012GL054092>
28. Woodgate R.A., Stafford K.M., Prah F.G. A synthesis of year-round interdisciplinary mooring measurements in the Bering strait (1990–2014) and the RUSALCA years (2004–2011). *Oceanography*. 2015,28(3):46–67. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2015.57>