

Экспериментальная модель внутрисезонного хода ледовитости Охотского моря

^{1,2} Шумилов Илья Валерьевич, <https://orcid.org/0009-0003-6713-779X>, ilyarolevik1@yandex.ru

¹ Минервин Игорь Георгиевич, <https://orcid.org/0000-0002-5016-4199>, igor@minervin.ru

^{1,2} Пищальник Владимир Михайлович, <https://orcid.org/0000-0003-1432-6741>, vpishchalnik@rambler.ru

¹ Романюк Валерий Анатольевич, <https://orcid.org/0000-0002-9993-7965>, varomanyuk2020@gmail.com

¹ Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

² Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

[Резюме PDF RUS](#) [PDF ENG](#)

[Полный текст PDF RUS](#)

Резюме. В работе предложена экспериментальная модель прогноза внутрисезонной изменчивости площади ледяного покрова Охотского моря, реализованная в виде программы для ЭВМ. Физико-статистическая модель построена на основе следующих компонентов: взаимосвязь сезонного максимума площади ледяного покрова акватории Охотского моря с показателями приземной температуры воздуха и поверхности воды; взаимосвязь кратковременных колебаний ледовитости под воздействием циклонической деятельности в периоды наступления сизигий Луны; тренд многолетних изменений ряда ледовитости Охотского моря. Для построения прогностической физико-статистической модели проведен анализ различных рядов данных за период 1980–2018 гг. Основные источники данных для поиска взаимосвязей параметров – архивы реанализа ERA-Interim, ERA5, информация на основе наблюдений за температурой воздуха на прибрежных ГМС и пентадные карты распределения ледяного покрова по сплоченности, публикуемые Японским метеорологическим агентством. Алгоритмы прогностической модели реализованы на языке программирования Python с применением дополнительных программных библиотек. Модель позволяет производить вычисление прогнозных значений площади ледяного покрова в период его осенне-зимнего нарастания с ноября-декабря до наступления сезонного максимума (март) с заблаговременностью до 4 мес. В качестве входных данных для построения уравнений регрессии используются многолетние ряды значений температуры воздуха и поверхностного слоя воды, дат смены фаз Луны и значений площади ледяного покрова Охотского моря. Выходные данные модели – значения внутрисезонного хода ледовитости. Модель была проверена на периоде 2001–2020 гг., при этом средняя относительная ошибка вычисленных прогностических значений площади ледяного покрова по сравнению с фактическими была менее 7 %. Оправдываемость прогноза в период максимального развития и наступления сезонного максимума для умеренных и мягких зим по сложности ледовых условий составила 79 %.

Ключевые слова:

Охотское море, ледяной покров, ледовитость моря, дистанционное зондирование Земли, моделирование, прогнозирование

Для цитирования: Шумилов И.В., Минервин И.Г., Пищальник В.М., Романюк В.А. Экспериментальная модель внутрисезонного хода ледовитости Охотского моря. *Геосистемы переходных зон*, 2024, т. 8, № 2, с. 114–126.

<https://doi.org/10.30730/gtr.2024.8.2.114-126> ; <https://www.elibrary.ru/vjivyc>

For citation: Shumilov I.V., Minervin I.G., Pishchalnik V.M., Romanyuk V.A. Experimental model of intraseasonal variation of ice cover area in the Sea of Okhotsk. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2024, vol. 8, no. 2, pp. 114–126. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2024.8.2.114-126> ; <https://www.elibrary.ru/vjivyc>

Список литературы

1. *Атлас опасных и особо опасных для мореплавания и рыболовства гидрометеорологических явлений: Охотское, Японское и Берингово моря.* 1980. Л.: ГУНИО МО, 251 с.
2. Плотников В.В., Якунин Л.П., Петров А.Г. 1998. Ледовые условия и методы их прогнозирования. В кн.: *Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей.* Т. 9: *Охотское море*, вып. 1: *Гидрометеорологические условия.* СПб.: Гидрометеоиздат, с. 291–340.

3. Пищальник В.М., Романюк В.А., Минервин И.Г., Батухтина А.С. **2016**. Анализ динамики аномалий ледовитости Охотского моря в период с 1882 по 2015 г. *Известия ТИНРО*, 185: 228–239. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2016-185-228-239>
4. Крындин А.Н. **1964**. Сезонные и межгодовые изменения ледовитости и положения кромки льда на дальневосточных морях в связи с особенностями атмосферной циркуляции. *Труды ГОИН*, 71: 5–80.
5. Плотников В.В. **2002**. *Изменчивость ледовых условий дальневосточных морей России и их прогноз*. Владивосток: Дальнаука, 171 с.
6. Пищальник В.М., Иванов В.В., Трусков П.А. **2011**. Прогноз вариаций площади ледяного покрова Охотского моря методом последовательных спектров. *Известия ТИНРО*, 165: 158–172. EDN: [OEUVNR](https://ojuvnr.ru)
7. Белинский Н.Н. **1965**. *Морские гидрометеорологические прогнозы*. Л.: Гидрометеиздат, 254 с.
8. Кудрявая К.И., Серяков Е.И., Скриптунова Л.И. **1974**. *Морские гидрологические прогнозы*. Л.: Гидрометеиздат, 310 с.
9. Крындин А.Н. **1966**. Роль температурного поля океана в формировании аномалий атмосферной циркуляции и аномалий суровости зим на морях на примере северо-западной части Тихого океана. *Труды НИИАК*, 36: 37–45.
10. Алдошина Е.И. **1964**. О возможности предсказания положения кромки льда в Охотском море и Татарском проливе в весенние месяцы. *Труды ГОИН*, 76: 104–127.
11. Плотников В.В. **1982**. Прогноз полей ледовых элементов в Охотском море физико-статистическим методом. *Труды ДВНИГМИ*, 96: 77–86.
12. Петров А.Г. **1984**. Численное моделирование осенне-зимних гидрологических процессов на Охотском море. В кн.: *Тез. докл. Всесоюз. совещ. «Ледовые прогнозы и расчеты»*. Ленинград, с. 53–59.
13. Фролов И.Е., Петров А.Г. **1980**. Численная модель осенне-зимних ледовых явлений. *Труды ДВНИГМИ*, 91: 3–12.
14. *Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023688937. «Ice Data Processing»*. **2023**. Авт.: Шумилов И.В., Романюк В.А., Пищальник В.М. № 2023682641 от 30.10.2023; опублик. 25.12.2023.
15. Pishchalnik V.M., Tambovsky V.S., Truskov P.A., Minervin I.G., Melkiy V.A., Romanyuk V.A., Galtsev A.A. **2013**. Okhotsk Sea ice cover zoning. In: *Proceedings of the 28th International Symposium on Okhotsk Sea & sea ice. 17–21 February, Mombetsu, Hokkaido, Japan*, p. 312–315.
16. Минервин И.Г., Романюк В.А., Пищальник В.М., Трусков П.А., Покрашенко С.А. **2015**. Районирование ледяного покрова Охотского и Японского морей. *Вестник РАН*, 85(1): 24–32.
17. Романюк В.А. **2019**. *Ледовый режим Охотского моря в условиях глобальной тенденции увеличения температуры воздуха*: дис. ... канд. геогр. наук. ТОИ ДВО РАН, Владивосток, – 125 с.
18. Fukamachi Y., Mizuta G., Ohshima K.I., Toyota T., Kimura N., Wakatsuchi M. **2006**. Sea ice thickness in the southwestern Sea of Okhotsk revealed by a moored ice-profiling sonar. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 111(C9). <https://doi.org/10.1029/2005jc003327>
19. Андерсон Т. **1976**. *Статистический анализ временных рядов*. М.: Мир, 744 с.
20. Глебова С.Ю. **2018**. Циклоны над Тихим океаном и дальневосточными морями в холодные и теплые сезоны и их влияние на ветровой и термический режим в последний двадцатилетний период. *Известия ТИНРО*, 193(2): 153–166. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2018-193-153-166>
21. Тимофеев С.Д. **1968**. Влияние на атмосферу приливных сил Луны. *Труды ГГО*, 227: 62–70.
22. Шумилов И.В., Минервин И.Г. **2021**. Разработка прогностического правила вариаций ледовитости на фазе начала ледообразования в Охотском море. В кн.: *Прогнозирование ледовой обстановки на дальневосточном участке продолжения Северного морского пути с применением ГИС-технологий в современный период потепления (г. Южно-Сахалинск, 29 ноября 2019 года)*: сб. докл. круглого стола. Сост. И.В. Никулина. Южно-Сахалинск: СахГУ, с. 49–56.
23. Мартинсон Л.К., Смирнов Е.В. **2004**. *Квантовая физика*. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 496 с. (Физика в техническом университете).