

Особенности внутригодовой изменчивости проявлений малых вихревых структур в Баренцевом море по данным радиолокационных наблюдений

Введение

В последние десятилетия в Арктическом регионе наблюдаются значительные климатические изменения, которые прежде всего выражаются в уменьшении площади ледяного покрова [1]. Одним из наиболее подверженных данным изменениям является Баренцево море, где увеличение открытых ото льдов площадей позволяет шире применять высокоразрешающие спутниковые измерения для исследования поверхностных проявлений вихревых структур. Большинство исследований, связанных с изучением вихревых структур в Баренцевом море [2, 3], выполнялись только для теплого периода года, что не позволяло выявить особенности изменчивости их внутригодовых характеристик. Получение таких параметров позволит произвести анализ и оценку малых вихрей для отдельных сезонов года, что ранее для Баренцева моря не выполнялось.

Таким образом, цель данной работы — выявить особенности внутригодовой изменчивости проявлений малых вихревых структур в Баренцевом море по данным радиолокационных наблюдений.

Материалы и методы

Материалы. Для выделения проявлений малых вихревых структур использовались данные радиолокационных изображений (РЛИ) Sentinel-1A/B в С-диапазоне в режиме съемки EW за период с 1 января по 31 декабря 2019 года с сайта ASF DataSearch (<https://search.asf.alaska.edu>). В общей сложности в анализе было использовано 4870 РЛИ. Программное обеспечение Sentinel Application Platform (SNAP) Европейского космического агентства позволило проанализировать данные Sentinel-1A/B.

Методы. Для выделения вихрей на РЛИ для всего района исследований были применены однотипные методы [2, 4]. Данный анализ выполнялся в два этапа. На первом этапе работ производился анализ всех изображений РСА на предмет наличия вихревых сигнатур. Затем вихревые структуры выделялись на поверхности, как это производилось в работах [2, 4]. Затем для каждой вихревой структуры определялись: координаты центра вихря, тип закрутки (циклонический (С) или антициклонический (АС)) и диаметр (определялся как среднее между двумя перпендикулярными друг к другу разрезам, проведенным через центр вихря).

Результаты исследования

Таблица 1. Характеристики проявлений вихревых структур в Баренцевом море за 2019 год

Месяц	Количество вихрей, шт			Диаметр, км		
	АС	С	Всего	АС	С	Средний
Январь	4	21	25	6,1	9,3	8,8
Февраль	—	1	1	—	4,2	4,2
Март	—	2	2	—	4,4	4,4
Апрель	4	25	29	5,2	4,5	4,6
Май	1	25	26	3,4	4,8	4,7
Июнь	—	98	98	—	3,4	3,4
Июль	8	243	251	5,8	3,6	3,6
Август	7	179	186	2,9	3,5	3,5
Сентябрь	6	99	105	5,1	2,9	3,0
Октябрь	1	44	45	3,7	3,0	3,0
Ноябрь	—	9	9	—	5,6	5,6
Декабрь	1	6	7	2,9	5,3	4,9
Итого	32	752	784	2,9	4,5	4,5

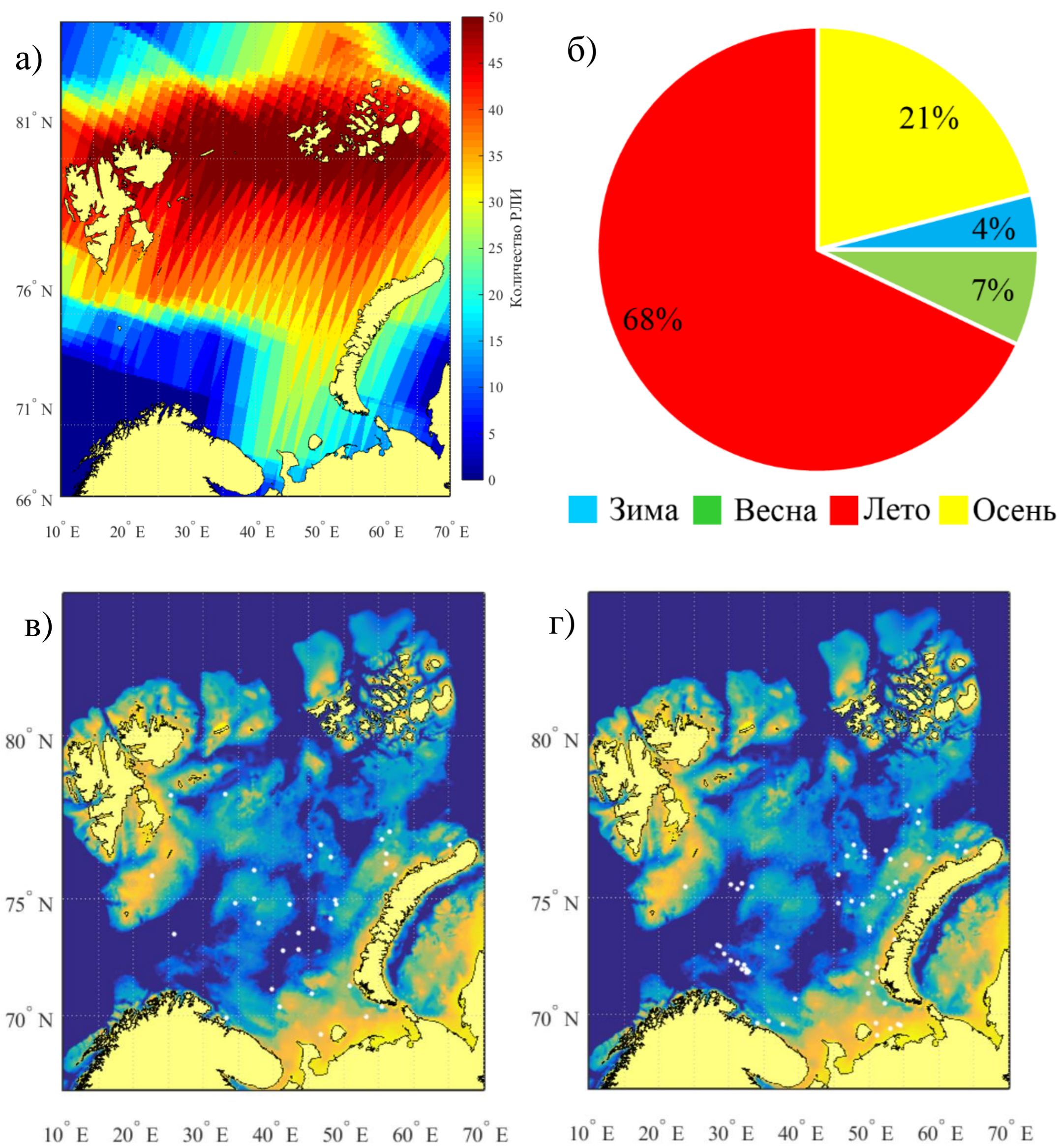


Рисунок 1. Данные о проявлениях вихревых структур в Баренцевом море в 2019 году: а — интегральное покрытие РЛИ за год; б — гистограмма количества проявлений вихрей в процентах по сезонам; положение проявлений вихревых структур (белые точки) по сезонам: в — зима; г — весна; д — лето; е — осень.

Выводы

В результате работы выявлено более 800 проявлений вихревых структур со средним диаметром около 4,5 км. При этом, количество циклонических вихрей (752 проявления) превалировало над антициклоническими (32 проявления). Показано, что чаще всего в летний и осенний сезоны вихри наблюдались вблизи Центральной возвышенности, Новоземельской банки, Печорского моря, что может указывать на топографический механизм их генерации. Стоит отметить, что в районе желоба Франц-Виктория проявления вихревых структур наблюдались в течении всего года вне зависимости от сезона. Кроме этого, наблюдается внутригодовой ход количества проявлений с максимумом в июле и минимумом в январе. Вероятно, на увеличение проявлений вихревых структур в летние месяцы повлияло уменьшение толщины пикноклина, что способствовало интенсификации вихреобразования, а также ослабление скорости приводного ветра, позволившее детектировать большее, по сравнению с зимним периодом, количество вихрей на РЛИ. Работа выполнена в рамках государственного задания №FMWE-2021-0014.

Список литературы

1. Serreze M.C., Stroeve J. Arctic sea ice trends, variability and implications for seasonal ice forecasting // Philosophical transactions: mathematical, physical and engineering science. 2015. Vol. 373. No. 2045. P. 20140159.
2. Атаджанова О.А., Зимин А.В., Свєргун Е.И., Коник А.А. Субмезомасштабные вихревые структуры и фронтальная динамика в Баренцевом море // Морской гидрофизический журнал. 2018. Т. 34. № 3 (201). С. 237–246.
3. Коник А.А., Козлов И.Е., Зимин А.В., Атаджанова О.А. Спутниковые наблюдения вихрей и фронтальных зон Баренцева моря в годы с различной ледовитостью // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 191–201.
4. Kozlov, I.E.; Atadzhanova, O.A. Eddies in the Marginal Ice Zone of Fram Strait and Svalbard from Spaceborne SAR Observations in Winter // Remote Sens. 2022. N. 14. P. 134. DOI: 10.3390/rs14010134