

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ, ФИНСКОГО ЗАЛИВА И БЕЛОГО МОРЯ В СВЯЗИ С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ

канд. геогр. наук А.А.ЛЕБЕДЕВ, д-р геогр. наук Е.У.МИРОНОВ,
канд. геогр. наук В.В.ДРАБКИН

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург, aaricoor@aari.nw.ru

Рассматриваются особенности климатической изменчивости ледовых условий Балтийского моря, Финского залива и сопредельного с ними Белого моря во второй половине XX и начале XXI вв.

Эмпирические распределения ледовых явлений имеют отчетливо выраженную левостороннюю асимметрию в сторону их отрицательных аномалий. Характерно, что в 2000–2008 гг. эта особенность проявилась наиболее резко.

Ключевые слова: климатическая изменчивость ледовых условий, Балтийское море, Белое море,

В известном отчете Международной комиссии по климатическим изменениям ООН отмечается, что в настоящее время так называемое глобальное потепление не вызывает сомнений. Наиболее показательными явились прошедшие зимы 2006/07 и 2007/08 гг. в России и его северо-западном регионе. Эти зимы оказались в числе самых теплых за всю историю инструментальных наблюдений за температурой воздуха.

Представляется интересным рассмотреть особенности ледовых условий Балтийского моря, Финского залива, Белого моря во второй половине XX и начале XXI вв. за период с 1950 по 2008 г. В комплексе рассматривались временные колебания ледовитости Балтийского моря и протяженности пути плавания судов во льдах по основной судоходной трассе Финского залива. При этом акцентировалось внимание на характере ледовых явлений начиная с середины 80-х гг. прошлого века.

Многолетние тенденции направленности межгодовых изменений ледовых условий исследовались путем построения и анализа интегральных характеристик ледовитости и протяженности пути плавания судов во льдах (рис. 1 а, б). Характерным для обеих таких кривых является их определенный «спад» в 1950-е гг. при климатическом потеплении в Арктике и сравнительный «рост» в 1960-е гг. при климатическом похолодании. Однако обращает внимание стремительный «спад» обеих кривых начиная со второй половины 1980-х гг., который продолжается вплоть до 2008 г. На вышеупомянутом фоне отмечаются сравнительно кратковременные или «торможение», или «рост» интегральных кривых в 1995/96 г. и 2002/03 г. (рис. 1 а, б).

Количественная оценка ледовитости и протяженности пути судов во льдах выполнялись путем типизации их аномалий по 5 градациям относительно среднего квадратического отклонения:

1 – отрицательная очень крупная аномалия или очень поздняя дата наступления ледового явления (ООКр или ОП $\leq 1,2\delta$);



Рис. 1. Изменчивость аномалий ледовитости Балтийского моря (а) и протяженности пути судов во льдах по основной судоходной трассе Финского залива (б) в период с 1950 по 2008 г.

2 – отрицательная крупная аномалия или поздняя дата наступления ледового явления (ОКр или П от $-0,4\sigma$ до $-1,2\sigma$);

3 – около нормы (оН – $N \pm 0,4\sigma$);

4 – положительная крупная аномалия или ранняя дата наступления ледового явления (ПКр или Р от $0,4\sigma$ до $1,25\sigma$);

5 – положительная очень крупная аномалия или очень ранняя аномалия наступления ледового явления (ПОКр или ОР $\geq 1,2\sigma$).

Процедура предусматривает расчеты аномалий (Δ), нормированных аномалий $\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right)$, расчет повторяемости исследуемых характеристик (%) по этим градациям, по выбранным десятилетиям.

Эмпирические распределения ледовитости и протяженности пути судов во льдах характеризовались отчетливо выраженной левосторонней асимметрией в сторону повышения повторяемости ОКр и ООКр аномалий в 1990-е и 2000–2008 гг.

Если рассматривать ранее упомянутые характеристики, то суммарная повторяемость ООКр и ОКр аномалий составила в 1950-е гг. 50–60 %, в 1960-е гг. она уменьшилась до 10–40 %, а в 1990-е и 2000–2008 гг. их повторяемость резко возросла до 77–90 %. В эти последние годы действительно очень резко увеличилась повторяемость ООКр и ОКр аномалий, выражающих в целом благоприятные для судоходства ледовые условия, исключая зимние сезоны 1995/96 и 2002/03 гг.

По существу, по ранее исследованным интегральным кривым аномалий тех же характеристик, были получены несколько другим путем принципиально подобные выводы (рис. 1). В результате достоверность полученных выводов об исключитель-

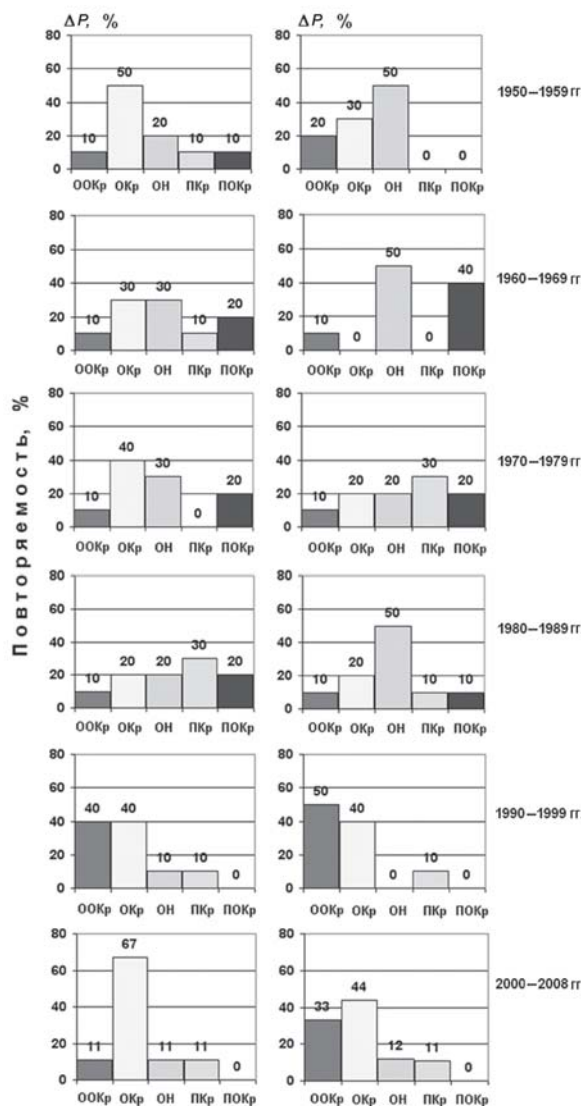


Рис. 2. Повторяемость (%) типов аномалий средней за декабрь–февраль температуры воздуха по десятилетиям за 1950–2008 гг.:

слева – по данным в Хельсинки; справа – в Санкт-Петербурге

ной аномальности ледовых условий на Балтике в конце прошлого – начале текущего столетия повысилась. Известно, что формирование ледовых условий тесно связано с обуславливающей их температурой воздуха, аномалии которой по выбранным десятилетиям рассматривались в двух наиболее показательных (репрезентативных) пунктах: Хельсинки и Санкт-Петербурге. На гистограммах повторяемости средних за зиму (декабрь–февраль) аномалий температуры воздуха выражено преобладание суммарных положительных (ПОКр и ПКр), ее аномалий до 30–50 % в 1960-е годы, их уменьшение до 20–30 % и резкое повышение суммарной повторяемости ПОКр и ПКр аномалий средней за зиму температуры в 1990-х и 2000–2008 гг. (рис. 2).

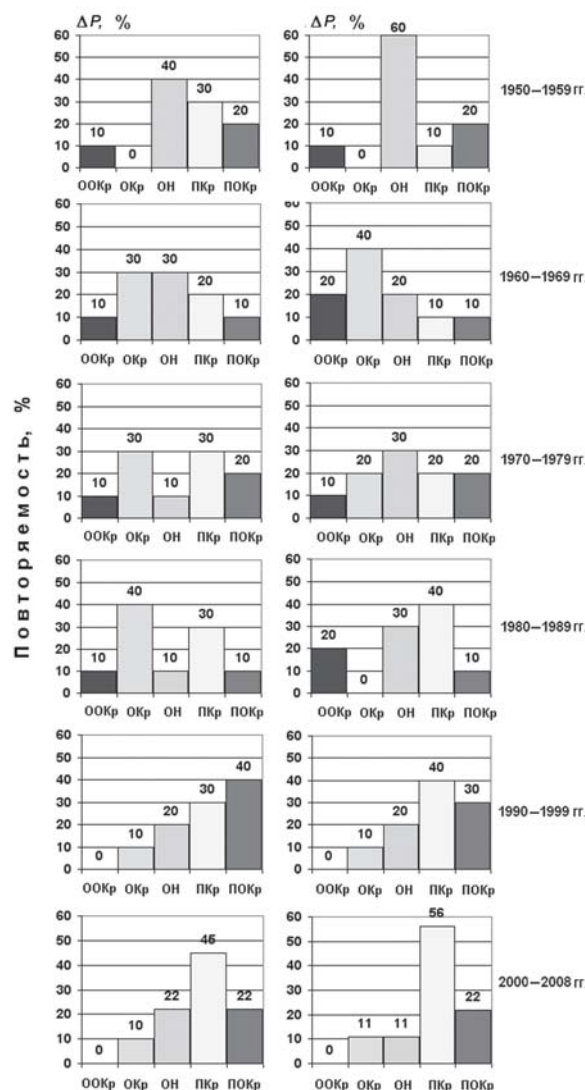


Рис. 3. Повторяемость (%) типов аномалий дат наступления первого становления припая по десятилетиям за 1950–2008 гг.:

слева – по наблюдениям в р-не ГМС м. Шепелевский; справа – по наблюдениям в р-не ГМС маяк Толбухин

Следует иметь в виду, что преобладанию положительных аномалий температуры воздуха, по физическим соображениям, должны соответствовать отрицательные аномалии ледовых характеристик и наоборот. Как и следовало ожидать, эмпирическое распределение аномалий температуры по данным в Хельсинки и Санкт-Петербурге на рис. 2 характеризуются резко выраженной правосторонней асимметрией в сторону ПКр и ПОКр аномалий в конце прошлого – начале текущего столетий.

Не меньший интерес представляют интегральные кривые аномалий межгодовой изменчивости количества дней со льдом западнее Невской Губы по данным прибрежных наблюдений на гидрометеостанциях (ГМС) маяк Толбухин и м. Шепелевский. Соответствующие иллюстрации для краткости изложения не приводятся. Тем не менее отметим, что в течение 2000–2008 гг. интегральная кривая аномалий количества дней со льдом в районе ГМС м. Шепелевский стремительно «падала», начиная с конца 90-х гг. XX в. Исключение составляет некоторое «торможение», отмечавшееся в 2002/03 году. Аналогичная, но менее яркая картина имела место при анализе интегральной кривой аномалий количества дней со льдом в районе ГМС маяк Толбухин.

Наконец, представлялось важным рассмотреть особенности формирования по наблюдениям на тех же станциях припайного (неподвижного) льда. Наиболее интересны случаи ледовых сезонов, когда припай по данным прибрежных наблюдений на ГМС вообще не образовывался. Для выявления особенностей распределения припайных льдов были построены гистограммы и рассматривалась повторяемость (%) аномалий сроков наступления первого образования припая по пяти ранее установленным градациям. Последние дополнялись шестой градацией, характеризующей отсутствие припая, которое фиксировалось символом «н/б» (рис. 3).

На соответствующих гистограммах эмпирическое распределение аномалий сроков первого становления припая по данным прибрежных наблюдений ГМС м. Шепелевский и маяк Толбухин отличается резко выраженной левосторонней асимметрией данной характеристики в сторону очень поздних сроков (ОП) и отсутствия припая (рис. 3). Принятая новая градация оказалась весьма характерной для последних десятилетий. Ее вероятность в 1980-е гг. составила 40 %, в 1990-х гг. она возросла до 50–70 %, а в 2000–2008 гг. повторяемость отсутствия припая достигла около 80 %.

Как правило, в публикациях выявляются особенности природных (ледовых) условий, оказывающих влияние на судоходство. На характер ледовых условий оказывает влияние интенсивность плавания судов. Действительно, грузооборот в последние десятилетия в российских портах (Санкт-Петербург, Приморск, Высоцк, Усть-Луга) Финского залива существенно возрос.

Рассмотрим также климатическую изменчивость ледовых условий в сопредельном с Балтикой Белом море. Сведения по ледвитости этого моря заимствованы из работ И.О.Думанской [1]. В табл. 1 представлена повторяемость типов аномалий ледовитости по десятилетиям за период 1950–2005 гг.

Из данной таблицы видно, что в 50-е гг. прошлого столетия в Белом море преобладали положительные аномалии максимальной за сезон ледовитости, которые отражали сравнительно тяжелые по отношению к норме ледовые условия. Отметим, что в эти годы ледовые условия на Балтике и в Финском заливе характеризовались, наоборот, относительно легкими по сравнению с нормой условиями.

Тем не менее эмпирические распределения рассматриваемых характеристик Белого моря в 1990–2005 гг., так же как Балтийского моря и Финского залива, имеют отчетливо выраженную левостороннюю асимметрию в сторону отрицательных аномалий ледовитости. Причем в 2000–2005 гг. это явление проявилось более резко, чем в 90-х гг. прошлого столетия.

Показательно, что отмеченные выше особенности режима ледовых явлений в Северо-Западном регионе России в конце прошлого – начале текущего столетия

Таблица 1

**Повторяемость (%) типа аномалий ледовитости Белого моря
по 10-летиям за период 1950–2005 гг.**

Годы	Максимальная ледовитость				
	ООКр	ОКр	оК	ПКр	ПОКр
1951–59	12	22	11	22	33
1960–69	0	20	50	10	20
1970–79	0	40	30	10	20
1980–89	20	10	40	20	10
1990–99	20	30	40	10	0
2000–05	0	83	17	0	0

тий происходили в тесной связи с аномальным повышением температуры воздуха, прежде всего, в холодные месяцы. Частое отсутствие зимой или значительное сокращение припайного льда протекали на фоне так называемого глобального потепления.

Не вступая в существующую полемику, ограничимся сведениями о том, что в научной литературе по этому вопросу пока не существует однозначного суждения [2–3]. Упомянутое глобальное потепление, по-видимому, вызвано комплексом естественных и антропогенных факторов, которые проявляются как в долго-периодных, так и в короткопериодных колебаниях атмосферы и океана.

В заключение авторы выражают искреннюю признательность специалистам Северо-Западного УГМС Е.В.Комисарову и П.А.Солощук за предоставление материалов ледовых наблюдений по некоторым прибрежным и островным ГМС Финского залива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Думанская И.О. Анализ изменчивости положения кромок дрейфующих льдов и максимальной ледовитости Белого моря // Тр. ГМЦ. 2004. Вып. 339. С. 45–54.
2. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалев Е.Г., Смоляницкий В.М. Научные исследования в Арктике. Том II. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб.: Наука, 2007. С. 1–122.
3. Lebedev A.A., Drabkin V.V., Mironov Ye.U. Climatic variability of ice phenomene in the lastern Gulf of Finland. Report series in Geophysics. Helsinki. 2002. № 44, P. 17–29.

A.A.LEBEDEV, YE.U.MIRONOV, V.V.DRABKIN

**THE PECULIARITIES OF ICE CONDITION VARIATIONS IN THE GULF
OF FINLAND, BALTIC SEA AND WHITE SEA IN CONNECTION
WITH THE GLOBAL WARMING**

The peculiarities of ice conditions distribution of the Baltic Sea, Gulf of Finland and contiguous White Sea in the 2nd half of the 20th and beginning of the 21st centuries are under consider.

The empiric distributions of ice phenomena have clear left-side asymmetry (toward the negative anomalies). It is typical that in 2000–2008 this specific feature is seen more distinctly than in the 1990–s.

Keywords: ice conditions, Baltic Sea, White Sea,