

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВА СПЛОЧЕННЫХ ЛЬДОВ В МОРЕ ЛАПТЕВЫХ В ПЕРИОД НАВИГАЦИИ

А.Б. Тимофеева¹, С.В. Хотченков¹, А.В. Юлин¹

¹Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

CLIMATE VARIABILITY OF THE LAPTEV SEA ICE MASSIVE DURING NAVIGATION PERIOD

A.B. Timofeeva¹, S.V. Khotchenkov¹, A.V. Yulin¹

¹Arctic and Antarctic research institute, St. Petersburg, Russia

Проанализированы особенности сезонной изменчивости ледяных массивов моря Лаптевых, в том числе осредненные по типам ледовых условий (тяжелые, средние, легкие) в близкие к 30-летним климатические периоды относительного «похолодания» (1954-1985гг) и «потепления» (1986-2017гг).

Season variability peculiarities of the Laptev Sea ice massive, including peculiarities averaged by types of ice conditions (hard, medium, light), were analyzed for close to 30-year climate periods of «cooling»(1954-1985yy) and «warming»(1986-2017yy).

В летний период в море Лаптевых выделяют 2 квазистационарных ледяных образования [1, 2]: Таймырский и Янский ледяные массивы, различающиеся и происхождением образующих их льдов, и режимными характеристиками. Таймырский ледяной массив, образуется узким припаем и дрейфующими льдами в западной части моря, в летний период подпитывается льдами, поступающими из Арктического бассейна. К концу периода таяния Таймырский ледяной массив редко исчезает полностью. Янский ледяной массив образуется припайными льдами в восточной части моря. Как правило массив долго сохраняется в начале летнего периода и быстро разрушается после вскрытия припая. Полностью массив исчезает с очень большой повторяемостью – в 83% случаев.

В качестве исходного материала для анализа были использованы данные по площадям ледяных массивов моря Лаптевых, полученные из карт распределения льда архива ААНИИ.

Климатические колебания в Арктике характеризуются сменой периодов похолодания и потепления [3, 4, 5]. Продолжительность такого цикла близка к 60 годам, с выделяющимися приблизительно 30-летними периодами относительного «похолодания» и «потепления». При анализе изменчивости аномалий среднегодовой температуры воздуха в широтной зоне 70-85 с.ш. установлено, что переход к относительному «похолоданию» наблюдается в середине 50-х, а начало периода относительного «потепления» в середине 80-х. На основе этого в рассматриваемом 64-летнем периоде с 1954 по 2017 гг. можно выделить условно «холодный» период – 1954-1985 гг. (далее «холодный»), и условно «теплый» – 1986-2017гг. (далее «теплый»). В настоящей работе были проанализированы особенности сезонной изменчивости ледяных массивов, в том числе осредненные по типам ледовых условий (тяжелые, средние, легкие), указанные климатические периоды «похолодания» и «потепления».

В ходе анализа данных по Таймырскому ледяному массиву выявлено, что процессы таяния в «теплый» период идут быстрее, достижение минимальных величин площади ледяного массива при разрушении наступает раньше, приблизительно к началу сентября (рисунок 1). В течение всего сезона средние значения площади Таймырского массива в «теплый» период в среднем на 8% меньше, чем значения в «холодный» период.

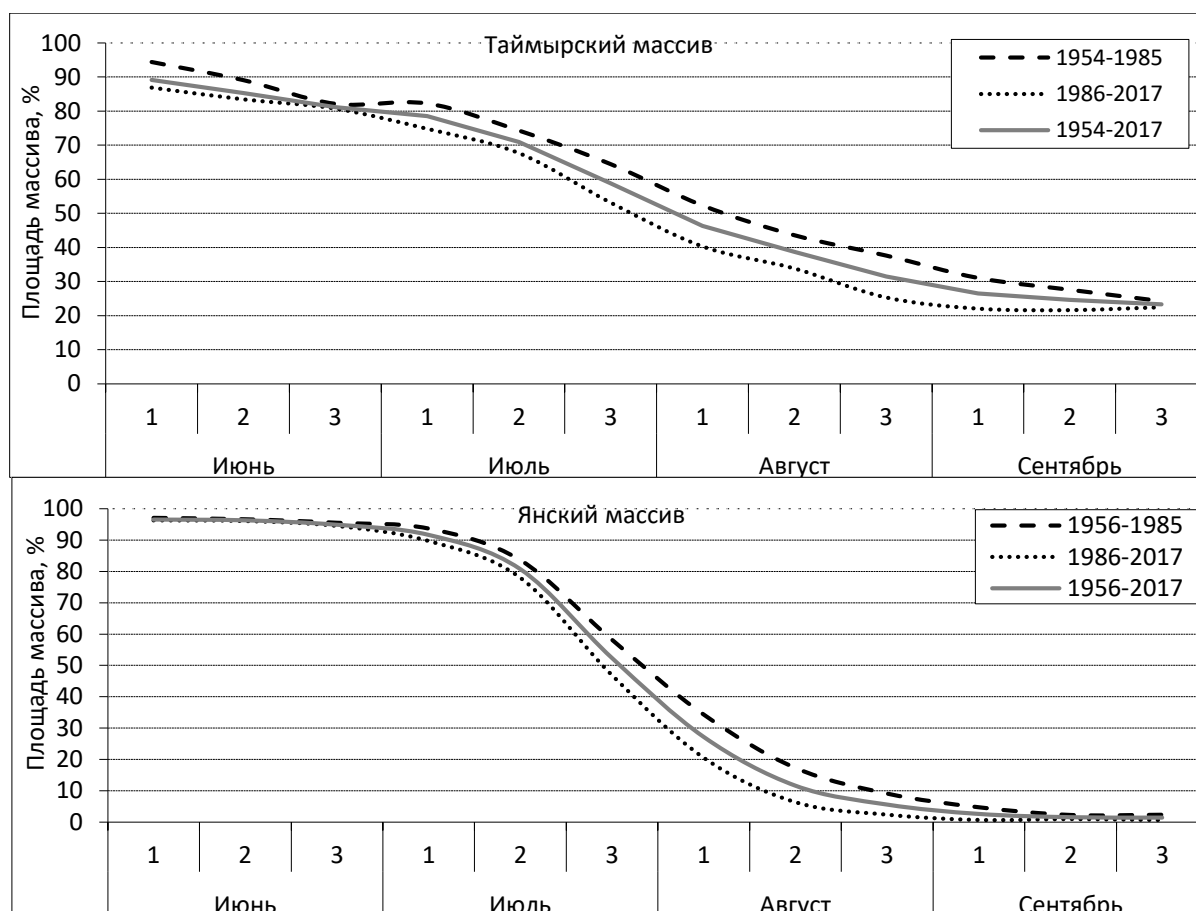


Рис. 1. Среднемноголетний сезонный ход площади Таймырского и Янского массивов в «теплый» и «холодный» периоды

Характерной режимной особенностью Янского ледяного массива является его длительное, практически неизменяемое, сохранение в первой половине лета, в среднем до середины июля. После вскрытия припая наблюдается быстрое лавинообразное разрушение до полного очищения акватории в подавляющем большинстве случаев (83%). Сезонный ход в условно «теплый» и «холодный» периоды существенно не различаются (рисунок 1), однако заметно, что процесс интенсивного таяния в «теплый» период начинается приблизительно на декаду раньше, и полное исчезновение массива чаще происходит уже в конце августа – начале сентября, а не во второй декаде сентября, как в «холодный» период.

Чтобы качественно оценить сложность ледовых условий обычно используют простую типизацию, в которой выделяют 3 типа: тяжелые, средние и легкие. Для удобства оценки отклонения от нормы используется нормирование ряда наблюдений по среднеквадратичному отклонению (σ) и критерию значимости аномалий [6].

За период наблюдений с 1954 по 2017 гг. на годы со средними ледовыми условиями приходится более половины всех случаев в августе (характерно для обоих, Таймырского и Янского массивов) и в сентябре (для Таймырского). На остальные годы, определяемые как тяжелые и легкие по ледовым условиям, приходится вторая половина случаев, которые распределены между собой почти поровну, как в августе, так и в сентябре, при этом количество лет с легкими условиями незначительно, всего на 1-2 года, больше количества лет, в которых наблюдались тяжелые условия (таблица 1). Особенностью отличается распределение лет по типам ледовых условий Янского массива в сентябре: поскольку в подавляющем большинстве случаев Янский массив полностью исчезает, отсутствуют годы, которые можно было бы классифицировать как годы с легкими ледовыми условиями. В 92% случаев тип развития ледовых условий определяется как средние, и лишь 8% относятся к тяжелым.

Таблица 1. Количество и повторяемость (%) лет с различными типами развития ледовых условий Таймырского и Янского ледяных массивов в море Лаптевых в августе-сентябре за период 1954-2017гг

Тип условий	Критерий типизации	август		сентябрь	
		Количество лет	Повторяемость, %	Количество лет	Повторяемость, %
Таймырский массив					
тяжелые	$\geq 0,8\sigma$	12	19	16	25
средние	$\pm 0,8\sigma$	38	59	33	52
легкие	$\leq -0,8\sigma$	14	22	15	23
Янский массив					
тяжелые	$\geq 0,8\sigma$	12	19	5	8
средние	$\pm 0,8\sigma$	37	58	59	92
легкие	$\leq -0,8\sigma$	15	23	0	0

В ходе анализа количественного распределения лет по типам условий для каждого из климатических периодов выявлено, что в «холодный» период чаще наблюдались годы с тяжелым типом развития ледовых процессов, которые почти в половину реже встречались в «теплый» период. И, наоборот, в «теплый» период, количество лет с легким типом развития ледовых процессов почти в половину преобладает над таковым в течение «холодного» периода. Количество лет, в которые наблюдались ледовые условия среднего типа приблизительно одинаковое для «холодного» и «теплого» периодов. Это характерно для обоих массивов. Результаты представлены на рисунке 2.

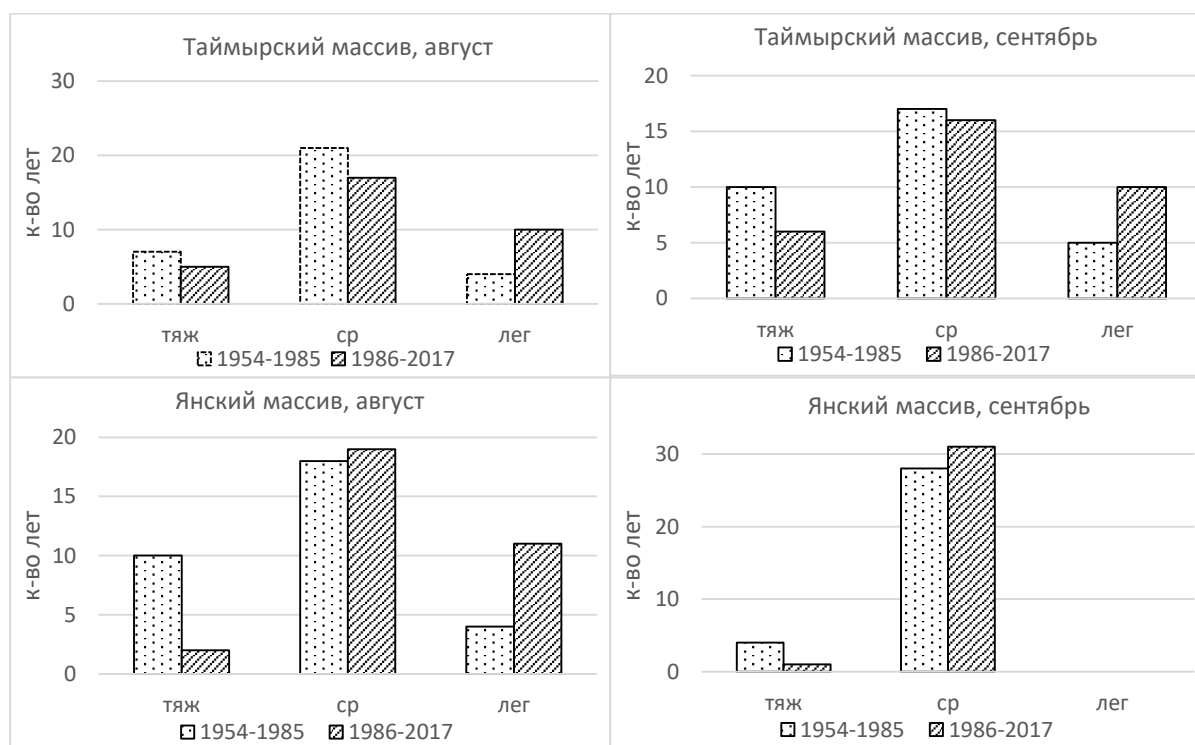


Рис. 2. Повторяемость лет с различными типами развития ледовых условий Таймырского и Янского ледяных массивов в августе, сентябре в «холодный» и «теплый» периоды

Поскольку климатические колебания отражаются на сезонных процессах разрушения ледяных массивов, интерес представляет собой сравнительный анализ сезонного развития каждого из типов ледовых условий (тяжелые, средние, легкие) в исследуемых периодах относительного «похолодания» и «потепления». Сравнительный анализ сезонных изменений,

идущих по трем типам ледовых условий отдельно для «теплого» и «холодного» климатических периодов представлен на рисунке 3.

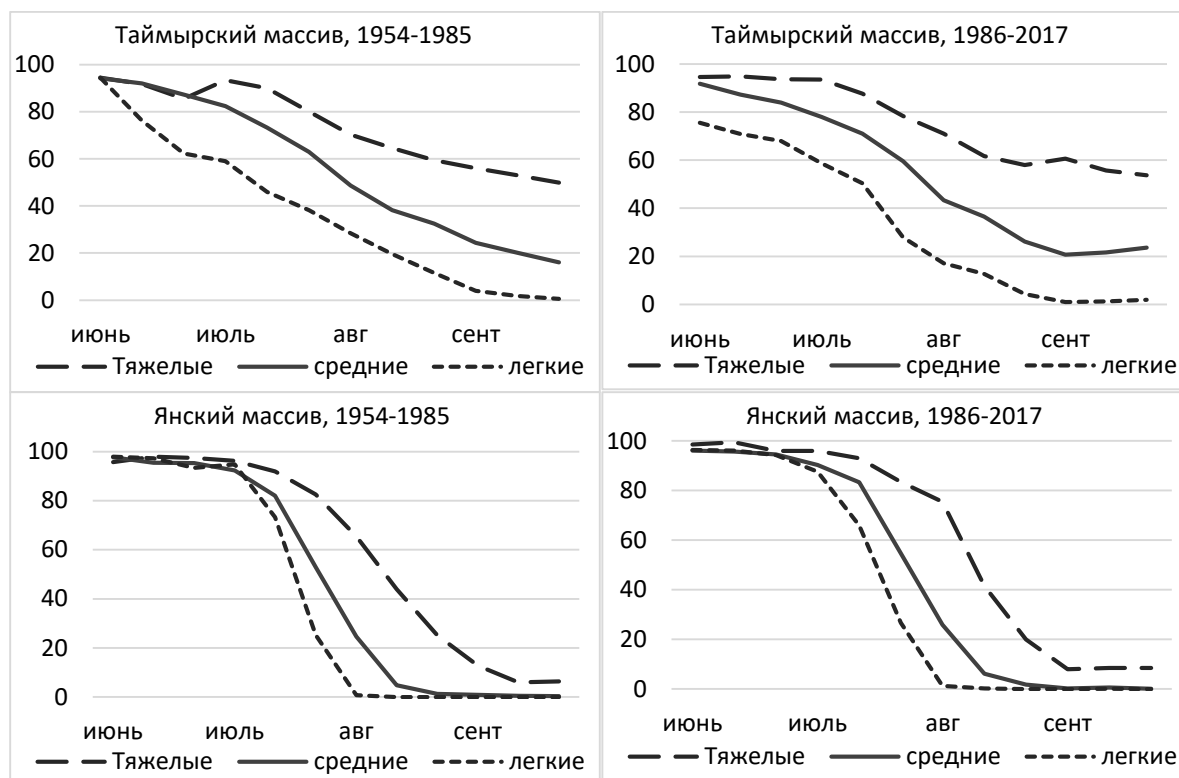


Рис. 3. Сезонные изменения ледовых условий Таймырского и Янского массивов тяжелого, среднего и легкого типа в «холодный» и «теплый» климатические периоды

При общей схожести типовых сезонных изменений Таймырского массива в разные климатические периоды, можно выделить существенное различие, касающееся легкого типа условий. В легкие годы «теплого» периода площадь массива в начале таяния меньше на 19% по сравнению с «холодным» периодом, а достижение значений, близких к полному разрушению массива, наблюдается на декаду раньше, чем в «холодный» период. То есть процессы разрушения сплоченных льдов массива в последний «теплый» период начали проходить значительно интенсивнее и раньше по срокам, чем в предыдущий «холодный». Значительных различий типовых сезонных изменений Янского массива между климатическими периодами не выявлено.

Литература

1. Гордиенко П.А. О ледовых массивах Арктических морей // Проблемы Арктики, 1945. №1. С. 94-97.
2. Опасные ледовые явления для судоходства в Арктике. Ред. Миронов Е.У. С-Пб.: Изд-во ААНИИ, 2010. 320 с.
3. Карклин В.П., Юлин А.В., Карелин И.Д., Иванов В.В. Климатические колебания ледовитости арктических морей сибирского шельфа // Труды ААНИИ. 2001. Т. 443. С. 5 – 11.
4. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалев Е.Г., Смоляницкий В.М. Научные исследования в Арктике. Т. 2, Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб.: Наука, 2007. 136 с.
5. Frolov I., Gudkovich Z., Karklin V., Kovalev E. Smolyanitsky V. Climate Change in Eurasian Arctic Shelf Seas. Centennial Ice Cover Observations. Praxis Publishing Ltd. UK, Chichester. 2009. 164 p.
6. Юлин А.В., Бровин А.И. К вопросу о выделении градаций аномальности в рядах гидрометеорологических элементов // Труды ААНИИ. Т. 423. 1990. С.84-88