

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЛЕДОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОХОТСКОГО МОРЯ В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

И.О. Думанская

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации
dumansk@rambler.ru*

Введение

В научно-справочном пособии «Ледовые условия морей европейской части России» [1], вышедшем в 2014 году, обобщены метеорологические и ледовые данные, накопленные на протяжении 100–200 лет и менее в виде рядов системных инструментальных и визуальных наблюдений. На основе анализа этих обобщений определены основные изменения в ледовом режиме замерзающих морей Европейской территории России (ЕТР), произошедшие за последние 30 лет на рубеже XX – XXI вв., а именно:

- суммы градусодней мороза (СГДМ) как для северных, так и для южных морей ЕТР уменьшились в среднем на 100 °С, повторяемость мягких зим увеличилась для всех морей в среднем на 14 %; повторяемость суровых зим уменьшилась для морей северной части ЕТР на 7 %, южной части ЕТР – на 13 %;

- даты первого появления льда сдвинулись в сторону более поздних сроков для всех морей в среднем на 3–8 дней, даты очищения моря ото льда в сторону более ранних сроков на 5–8 дней, продолжительность ледового периода уменьшилась на 1–2 недели;

- средние толщины припайного льда на момент наибольшего развития ледяного покрова в морях северной части ЕТР уменьшились на 1–5 см, южной части ЕТР – на 5–10 см;

– средняя ледовитость на момент наибольшего развития ледяного покрова на всех морях, кроме Карского и Белого моря, уменьшилась на 3–8 % [2].

Целью настоящей статьи является оценка климатических изменений, произошедших в этот же период времени на Азиатской территории России, в частности – определение количественных показателей, характеризующих изменения ледового режима одного из крупнейших окраинных морей Тихого океана – Охотского моря.

Ледовые условия Охотского моря в зимы различной суровости

Льды Охотского моря бывают исключительно местного образования и могут встречаться во всех районах моря. Летом все море очищается ото льдов. Исключение составляет район Шантарских островов, где льды могут сохраняться и летом.

Одним из основных факторов, формирующим климат Охотского моря, является муссонная циркуляция атмосферы, которая определяется взаимодействием главных барических образований. Зимой это – сибирский антициклон и алеутский минимум. Наибольшего развития сибирский антициклон достигает в декабре–феврале, атмосферное давление в его центре в эти месяцы составляет 1030–1035 гПа. В это же время над северной частью Тихого океана в районе Алеутских островов образуется область пониженного (до 1000–1005 гПа) давления. Такое расположение барических образований обуславливает перенос холодного воздуха с материка на океан (зимний муссон). Мощност сибирского антициклона во многом определяет степень суровости зим в Охотском море.

Суровая зима в Охотском море устанавливается в условиях высокого атмосферного давления (хорошо развитого ленско-колымского гребня) и преобладающих сильных северных и северо-западных ветров.

Мягкая зима в Охотском море определяется выходящими на его акваторию с юго-запада циклонами, нарушающими общий муссонный характер погоды. Циклоны, возникающие в основном на охотском арктическом фронте, смещаются из юго-западного района Охотского моря через юго-восточный район моря и юг

Камчатки в Берингово море. Таким образом, над северной частью Охотского моря чаще оказывается западная часть циклонов, наблюдаются сильные северные ветры, снег и метели [3].

При осуществлении типизации зим по степени суровости к умеренным зимам были отнесены такие зимы, для которых СГДМ попадает в интервал от значения, соответствующего «среднее плюс 20 % амплитуды» до значения «среднее минус 20 % амплитуды». При этом, как наименее характерные, исключены две крайние аномальные зимы – самая холодная и самая теплая. Типизация (в целях анализа изменения климатических условий в разных российских морях по сравнимым критериям) проводилась по данным наблюдений за температурой воздуха в XX веке [1].

Протяженность Охотского моря в меридиональном направлении составляет почти 2 тыс. км, что обуславливает существенные отличия в температурном и ледовом режиме северной, центральной и южной частей моря.

Так, экстремально суровая зима для северной части Охотского моря, наблюдавшаяся в 1965/1966 гг., сохраняла свои аномальные свойства до широты Шантарских островов, южнее наблюдалась умеренная зима. Ситуация, когда почти все море покрыто льдом, типично для суровых зим центральной и южной частей Охотского моря. В XXI в. такая ситуация наблюдалась в 2001 г., когда от о-ва Большой Шантар до Южно-Курильска наблюдалась суровая зима, а на севере Охотского моря (по данным Охотска и Магадана) в это время была умеренная зима.

В табл. 1 приведены критерии мягких (М), умеренных (У) и суровых (С) зим по данным шести морских гидрометеорологических станций (ГМС), расположенных в северном, центральном и южном районах Охотского моря, а также средние СГДМ для всего периода наблюдений и для последних 30 ледовых сезонов (с сезона 1984/1985 гг. по сезон 2013/2014 гг.). В табл. 2 – результаты типизации зим по степени суровости для тех же ГМС.

Сумма градусодней мороза для северного района Охотского моря уменьшилась за последние 30 лет по сравнению с XX веком в среднем на 175 °С, для центрального и южного районов – на 123 °С.

**Критерии мягких, умеренных и суровых зим и характерные значения СГДМ
для морских ГМС Охотского моря (в °С)**

Район моря	Северный				Центральный		Южный
	Магадан	Охотск	Аян	Поронайск	Ича	Южно-Сахалинск	
ГМС	1933–2000 (68 лет)	1926–2000 (75 лет)	1934–2000 (67 лет)	1909–2000 (92 года)	1936–2000 (65 лет)	1943–2000 (58 лет)	
Расчетный период	<2150	<2690	<2155	<1530	<1290	<1160	
Критерии для мягкой зимы	2150–2575	2690–3130	2155–2555	1530–1960	1290–1690	1160–1430	
Критерии для умеренной зимы	>2575	>3130	>2555	>1960	>1690	>1430	
Критерии для суровой зимы	2955 1965/1966	3575 1930/1931	2955 1965/1966	2276 1912/1913	2019 1952/1953	1768 1952/1953	
СГДМ самой суровой зимы	1572 1942/1943	2157 1942/1943	1822 1933/1934	1157 1990/1991	787 1942/1943	765 1990/1991	
Средняя за весь период СГДМ	2320	2920	2330	1720	1460	1270	
Средняя за XX век СГДМ	2360	2960	2355	1740	1490	1300	
Средняя за последние 30 лет СГДМ	2180	2760	2210	1615	1370	1175	
Уменьшение СГДМ за послед. 30 лет по сравнению с XX в.	180	200	145	125	120	125	

Таблица 2

Типизация зим в Магадане (М), Охотске (О), Аяне (А),
Поронайске (П), Иче (И), Южно-Сахалинске (Ю).

Ледовый сезон	М	О	А	П	И	Ю	Ледовый сезон	М	О	А	П	И	Ю
1908/09	-	-	-	С		-	1961/62	У	У	М	М	М	У
1909/10	-	-	-	У		-	1962/63	У	У	У	М	М	М
1910/11	-	-	-	С		-	1963/64	У	У	М	У	С	У
1911/12	-	-	-	У		-	1964/65	У	У	У	У	У	У
1912/13	-	-	-	С		-	1965/66	С	С	С	У	С	У
1913/14	-	-	-	С		-	1966/67	С	У	У	У	С	С
1914/15	-	-	-	С		-	1967/68	У	У	М	М	У	М
1915/16	-	-	-	У		-	1968/69	С	У	С	У	У	У
1916/17	-	-	-	У		-	1969/70	С	У	С	У	С	С
1917/18	-	-	-	М		-	1970/71	У	У	У	У	У	У
1918/19	-	-	-	С		-	1971/72	У	У	У	У	У	У
1919/20	-	-	-	М		-	1972/73	С	У	У	У	У	У
1920/21	-	-	-	У		-	1973/74	М	М	У	М	М	М
1921/22	-	-	-	С		-	1974/75	У	У	У	У	У	У
1922/23	-	-	-	У		-	1975/76	У	М	М	М	М	У
1923/24	-	-	-	С		-	1976/77	У	У	У	У	С	С
1924/25	-	-	-	У		-	1977/78	У	У	У	У	У	С
1925/26	-	У	-	У		-	1978/79	У	У	У	У	С	У
1926/27	-	М	-	У		-	1979/80	У	У	С	У	У	У
1927/28	-	У	-	У		-	1980/81	У	М	М	У	С	У
1928/29	-	У	-	У		-	1981/82	У	У	У	У	У	У
1929/30	-	С	-	У		-	1982/83	У	У	У	У	У	У
1930/31	-	С	-	С		-	1983/84	У	У	У	У	У	У
1931/32	-	У	-	У		-	1984/85	У	У	С	У	У	У
1932/33	С	С	-	У		-	1985/86	М	М	У	У	М	С
1933/34	М	М	М	М		-	1986/87	У	У	У	У	У	У
1934/35	С	С	У	У		-	1987/88	У	С	С	У	У	У
1935/36	М	М	У	М	У	-	1988/89	М	М	М	М	М	М
1936/37	М	У	У	У	М	-	1989/90	У	У	М	У	У	М
1937/38	М	М	У	У	У	-	1990/91	М	М	М	М	М	М
1938/39	У	У	У	У	С	-	1991/92	У	У	М	У	У	У
1939/40	М	М	У	У	У	-	1992/93	У	У	М	У	У	М
1940/41	У	С	С	С	У	-	1993/94	У	У	У	У	У	М
1941/42	С	С	С	С	С	-	1994/95	У	У	У	У	У	М
1942/43	М	М	М	М	М	М	1995/96	М	М	М	М	М	М
1943/44	С	У	У	У	С	С	1996/97	М	М	М	М	М	М
1944/45	У	У	У	У	У	С	1997/98	С	У	У	У	У	М

Ледовый сезон	М	О	А	П	И	Ю	Ледовый сезон	М	О	А	П	И	Ю
1945/46	С	У	С	У	У	У	1998/99	С	У	С	У	С	У
1946/47	У	У	У	У	М	М	1999/00	М	М	М	У	У	У
1947/48	У	У	У	У	У	М	2000/01	У	У	С	С	С	С
1948/49	С	У	У	У	С	У	2001/02	У	М	М	М	М	М
1949/50	У	У	У	У	У	С	2002/03	У	М	У	У	У	У
1950/51	У	С	С	С	У	С	2003/04	М	М	У	У	М	М
1951/52	У	У	У	У	У	С	2004/05	У	У	У	М	М	М
1952/53	С	С	С	С	С	С	2005/06	У	М	У	М	М	М
1953/54	С	С	С	С	С	С	2006/07	М	М	У	У	У	М
1954/55	У	У	У	У	У	У	2007/08	М	М	М	М	У	У
1955/56	М	У	У	У	М	У	2008/09	М	М	У	М	М	М
1956/57	У	У	У	У	У	У	2009/10	У	У	М	У	С	М
1957/58	С	С	С	У	С	У	2010/11	М	М	М	М	М	М
1958/59	С	С	У	У	У	У	2011/12	У	У	У	У	У	У
1959/60	У	У	У	У	У	С	2012/13	М	М	У	У	У	У
1960/61	У	У	У	У	У	С	2013/14	М	М	М	М	М	М

В табл. 3 представлены количественные характеристики последствий процесса потепления на Охотском море. Анализ таблицы показывает, что за последнее 30-летие, по сравнению с данными за XX век, в северном, центральном и в южном районах Охотского моря количество мягких зим выросло в среднем на 24–26 %, а в первые 14 лет XXI века – на 32–35 %. Повторяемость суровых зим за последнее 30-летие, по сравнению с XX веком, уменьшилась на 12–14 %, а в первые 14 лет XXI века – на 14–19 %.

Различия в ледовых характеристиках Охотского моря в мягкие, умеренные и суровые зимы очень существенны. В силу большой протяженности моря сложно подобрать общую для всех его частей суровую зиму в качестве типовой. Анализ данных о СГДМ показал, что самым суровым для северной части Охотского моря (в имеющемся ряде данных) является ледовый сезон 1965/1966 гг., а для южной части – сезон 1952/1953 гг.

В соответствии с табл. 1 последний является одним из двух ледовых сезонов (второй сезон 1953/1954 гг.), когда по данным всех станций в Охотском море наблюдалась суровая зима. К сожалению, для этих двух ледовых сезонов отсутствуют системные данные авиаразведок. Наиболее подходят в качестве типового для

Таблица 3

Повторяемость мягких (М), умеренных (У) и суровых (С) зим в различные периоды времени

Район моря	ГМС	Повторяемость зим, %											
		XX в.			последние 30 лет						14 лет XXI в.		
		М	У	С	М	У	С	М	У	С	М	У	С
Северный	Магадан	20	55	25	42	48	10	50	50	0	0	0	0
	Охотск	20	62	18	53	44	3	71	29	0	0	0	0
	Аян	22	57	21	43	44	13	36	57	7	7	7	7
Центральный	Поронайск	14	70	16	33	64	3	50	50	0	0	0	0
	Ича	21	56	23	40	50	10	50	36	14	14	14	14
Южный	Южно-Сахалинск	26	50	24	60	33	7	64	29	7	7	7	7
Средняя по северному району		20	59	21	46	45	9	52	46	2	2	2	2
Средняя по центральному и южному районам		20	59	21	44	49	7	55	38	7	7	7	7
Изменение по сравнению с XX веком для северной части моря					26	-14	-12	32	-13	-19	-19	-19	-19
Изменение по сравнению с XX веком для центральной и южной частей моря					24	-10	-14	35	-21	-14	-14	-14	-14

суровой зимы в южной и центральной частях Охотского моря сезон 2000/2001 гг., а для северной части моря – 1968/1969 гг.

На рис. 1–5 приведена ледовая обстановка в Охотском море на момент максимального развития ледяного покрова (в середине марта) для мягкой и умеренной зим в целом по Охотскому морю, для суровой и самой суровой зим в северной части моря, а также для суровой зимы в южной части моря. Раскраска на картах соответствует зимней шкале – по преобладающей возрастной характеристике дрейфующего льда, основные условные обозначения для облегчения чтения карт приведены в табл. 4 [4].

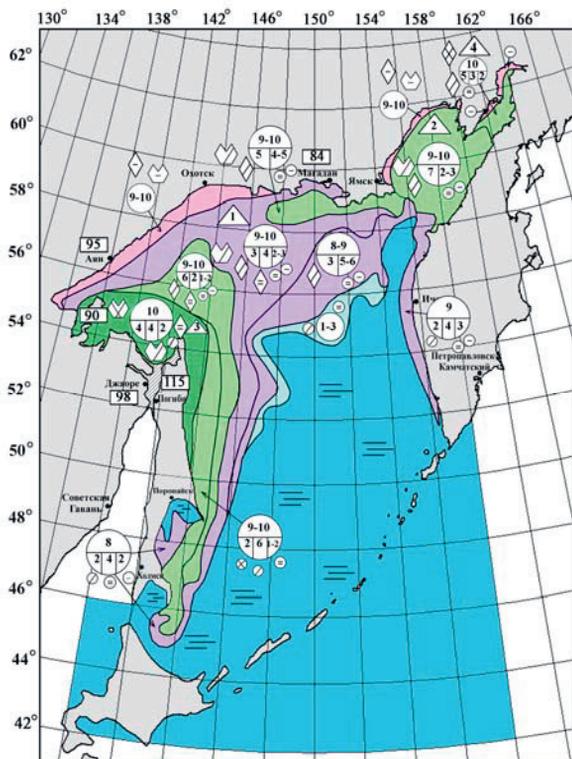


Рис. 1. Ледовая обстановка в Охотском море в марте 1988/1989 гг. Мягкая зима.

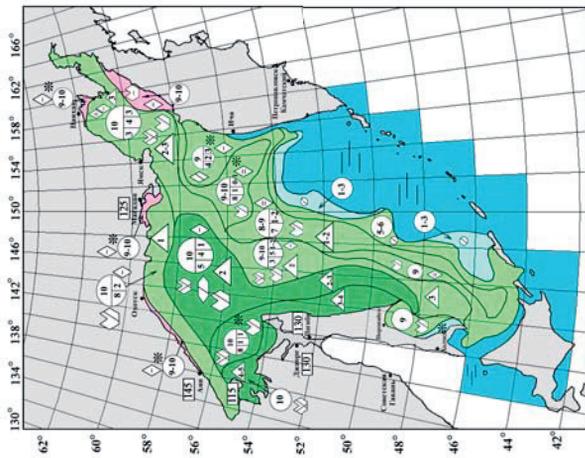


Рис. 4. Ледовая обстановка в Охотском море в марте 1965/1966 гг. Самая суровая зима в северной части моря.

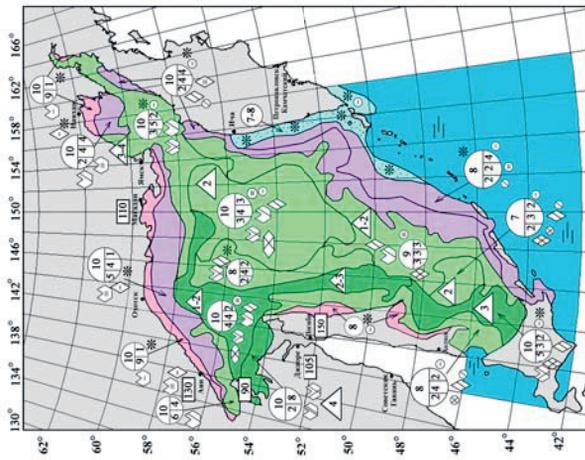


Рис. 5. Ледовая обстановка в Охотском море в марте 2000/2001 гг. Суровая зима в центральной и южной частях моря.

Условные обозначения на картах ледовой обстановки в Охотском море

Характеристика	Изображение	Примечание
Чистая вода		Льда нет.
Припай		В прямоугольнике – толщина припая в см.
Торосистость льда		Степень торосистости по 5-балльной шкале
Общая сплошность дрейфующего льда		Отношение площади льда в зоне к общей площади этой зоны, выраженное в десятых долях (баллах).
Возрастной состав льда		10 – общая сплошность 6 – количество более старого льда 4 – количество более молодого льда.
Обширные поля		Горизонтальные размеры 2-10 км.
Большие ледяные поля		Горизонтальные размеры 0,5-2,0 км.
Обломки ледяных полей		Горизонтальные размеры 100-500 м.
Крупнобитый лед		Горизонтальные размеры 20-100 м.
Начальные виды льда		Ледяное сало, яглы, снегура, шуга; редкий лед.
Ниласовые льды		Менее 10 см.
Серый лед		Толщина льда 10-15 см.
Серо-белый лед		Толщина льда 15-30 см.
Тонкий односторонний (белый) лед		Толщина льда 30-70 см.
Односторонний лед средней толщины		Толщина льда 70-120 см.

Анализ рис. 1–5 показывает, что суровая зима в северной части Охотского моря не предполагает аномального распространения льда по площади моря. Те случаи, когда Охотское море почти полностью покрывалось льдом, относятся к суровым зимам в южной части моря (рис. 5). Однако наиболее тяжелый лед встречается на основной судоходной трассе, ведущей в Магадан, именно в суровые для северной части Охотского моря зимы (рис. 3, 4). В это

время на подходах к порту присутствуют зоны очень сплоченных гигантских (протяженностью более 10 км) и обширных (2–10 км) полей сморози, в которых преобладает лед толщиной 70–120 см торосистостью 2 балла.

Изменчивость ледовых фаз, толщин припайного льда и ледовитости Охотского моря на рубеже XX и XXI вв.

В табл. 5 приведены данные морских ГМС о ледовых фазах по полным рядам наблюдений за последние 30 лет и за первые 14 лет XXI века.

Таблица 5

Даты наступления ледовых фаз в Охотском море

Характерные даты	Появление льда	Очищение ото льда	Ледовый период (дни)
АЯН (сезон 1917/1918 гг. – сезон 2013/2014 гг. – 97 лет)			
Средняя	13.11	30.05	195
Ранняя	17.10	7.04	134
Поздняя	7.12	9.07	249
АЯН (сезона 1994/1995 гг. – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)			
Средняя	18.11	22.05	182
Ранняя	3.11	7.04	151
Поздняя	2.12	24.06	224
АЯН (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.			
Средняя	18.11	26.05	186
Ранняя	8.11	17.04	154
Поздняя	2.12	24.06	223
ОХОТСК (сезон 1925/1926 – сезон 2013/2014 гг. – 89 лет)			
Средняя	11.11	11.05	181
Ранняя	26.10	24.03	124
Поздняя	17.12	3.07	235
ОХОТСК (сезон 1994/1995 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)			
Средняя	13.11	21.04	160
Ранняя	1.11	24.03	124
Поздняя	17.12	14.06	223
ОХОТСК (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.			
Средняя	14.11	24.04	164
Ранняя	1.11	24.03	131
Поздняя	17.12	14.06	223
МАГАДАН (сезон 1929/1930 – сезон 2013/2014 гг. – 85 лет)			
Средняя	16.11	25.05	187

Характерные даты	Появление льда	Очищение ото льда	Ледовый период (дни)
МАГАДАН (сезон 1929/1930 – сезон 2013/2014 гг. – 85 лет)			
Ранняя	28.10	27.04	134
Поздняя	13.12	23.06	216
МАГАДАН (сезон 1994/1995 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)			
Средняя	23.11	19.05	175
Ранняя	12.11	27.04	134
Поздняя	13.12	23.06	207
МАГАДАН (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.			
Средняя	25.11	22.05	176
Ранняя	14.11	30.04	153
Поздняя	10.12	23.06	207
БОЛЬШОЙ ШАНТАР (сезон 1924/1925 – сезон 2013/2014 гг. – 90 лет)			
Средняя	12.11	4.07	234
Ранняя	24.10	14.05	186
Поздняя	30.11	10.08	279
БОЛЬШОЙ ШАНТАР (сезон 1994/1995 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)			
Средняя	14.11	25.06	223
Ранняя	2.11	14.05	186
Поздняя	30.11	8.08	271
БОЛЬШОЙ ШАНТАР (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.			
Средняя	12.11	3.07	233
Ранняя	2.11	14.05	186
Поздняя	23.11	8.08	271
ОСТРОВ БАЙДУКОВА (сезон 1924/1925 – сезон 2013/2014 гг. – 90 лет)			
Средняя	4.11	4.06	212
Ранняя	19.10	18.05	178
Поздняя	1.12	10.07	264
ОСТРОВ БАЙДУКОВА (сезон 1994/1995 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)			
Средняя	8.11	28.05	201
Ранняя	23.10	18.05	178
Поздняя	1.12	30.06	264
ОСТРОВ БАЙДУКОВА (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.			
Средняя	6.11	29.05	204
Ранняя	23.10	18.05	181
Поздняя	29.11	30.06	234
ЯМСК (сезон 1918/1919 – сезон 2013/2014 гг. – 96 лет)			
Средняя	10.11	17.06	219
Ранняя	8.10	19.05	176
Поздняя	4.12	5.07	262

Характерные даты	Появление льда	Очищение ото льда	Ледовый период (дни)
ЯМСК (сезон 1994/1995 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)			
Средняя	17.11	11.06	206
Ранняя	28.10	19.05	176
Поздняя	4.12	29.06	244
ЯМСК (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) – XXI век			
Средняя	16.11	12.06	208
Ранняя	29.10	19.05	186
Поздняя	4.12	25.06	229
ПОГИБИ (сезон 1935/1935 – сезон 2013/2014 гг. – 80 лет)			
Средняя	3.11	27.05	205
Ранняя	20.10	14.05	177
Поздняя	21.11	9.06	224
ПОГИБИ (сезон 1994/1995 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)			
Средняя	6.11	24.05	200
Ранняя	25.10	14.05	177
Поздняя	21.11	4.06	216
ПОГИБИ (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) – XXI век			
Средняя	6.11	24.05	200
Ранняя	25.10	14.05	190
Поздняя	18.11	2.06	216

Анализ табл. 5 показывает, что средняя продолжительность ледовых периодов по данным ГМС за последние 30 лет (по сравнению со средними значениями ледовых периодов за полные ряды наблюдений от 80 до 97 лет) уменьшилась на 1–3 недели. При этом даты первого появления льда сдвинулись в сторону более поздних сроков в среднем на 2–7 дней, даты очищения моря ото льда в сторону более ранних сроков – на 3–20 дней.

В табл. 6 приведены данные о средней месячной ледовитости Охотского моря в феврале–апреле.

Анализ табл. 6 показывает, что средняя ледовитость Охотского моря на момент наибольшего развития ледяного покрова (март) уменьшилась за последние 30 лет (по сравнению со средним значением за 65 лет наблюдений) на 5 %. Апрельская ледовитость уменьшилась на 7 %. Еще более заметно уменьшение ледовитости за первые 14 лет XX века.

Таблица 6

Ледовитость Охотского моря в феврале–апреле (%)

Месяц	II	III	IV
с сезона 1949/1950 гг. по сезон 2013/2014 гг. – 65 лет			
Средняя	71	75	58
Максимальная	96	96	84
Минимальная	40	43	23
с сезона 1984/1985 гг. по сезон 2013/2014 гг. – 30 лет			
Средняя	67	70	49
Максимальная	90	96	75
Минимальная	40	43	23
с сезона 2000/2001 гг. по сезон 2013/2014 гг. – 14 лет – XXI век			
Средняя	67	69	46
Максимальная	90	96	75
Минимальная	47	43	23

В табл. 7 приведены данные о толщине припайного льда в Охотском море. Средние толщины припайного льда на момент наибольшего развития ледяного покрова за последние 30 лет (по сравнению со средними за периоды наблюдений от 50 до 90 лет) уменьшились на 3–7 см, а за первые 14 лет XXI века – на 4–13 см.

Изменение повторяемости наличия льда в Охотском море в начале XXI века

На рис. 6–12 сопоставлены карты (на середину каждого месяца ледового сезона):

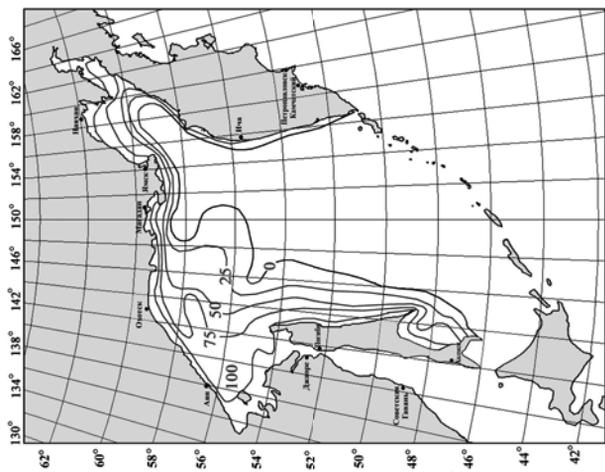
– повторяемости наличия льда в море во второй половине XX века (построенные по материалам ледовых авиаразведок за период с 1950 по 1990 г., имеющих в распоряжении ФГБУ «Гидрометцентр России» с учетом информации, представленной в [5]);

– повторяемости наличия льда в море для 14 лет XXI века (2001–2014 гг.) по данным оцифровки ледовых карт в формате международного обмена данными SIGRID-3 [6] (ледовые карты для оцифровки построены в результате дешифрирования снимков ИСЗ).

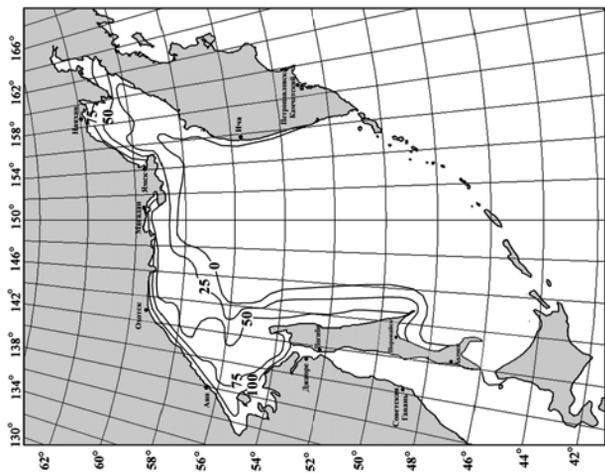
Толщина припайного льда (в см)

Месяц	Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ
АЯН (сезон 1933/1934 – сезон 2013/2014 гг. – 81 год)																					
Средняя	0	0	0	0	37	52	62	70	79	87	94	100	105	108	112	116	116	нд	нд	0	0
Макс.	0	19	36	58	70	94	98	104	110	122	134	136	140	143	149	150	153	153	152	152	126
АЯН (сезон 1984/1985 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)																					
Средняя	0	0	0	0	нд	62	68	70	79	82	89	95	100	102	105	111	106	нд	нд	0	0
Макс.	0	0	35	40	47	94	98	102	110	119	125	130	130	132	144	150	153	153	152	152	126
АЯН (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.																					
Средняя	0	0	0	0	нд	нд	64	70	74	77	86	91	96	96	98	107	102	нд	нд	0	0
Макс.	0	0	35	40	47	64	79	94	106	110	119	124	128	131	130	137	138	151	140	136	126
БОЛЬШОЙ ШАНТАР (сезон 1924/1925 – сезон 2013/2014 гг. – 90 лет)																					
Средняя	0	0	0	23	34	44	54	63	70	77	80	83	87	88	91	91	91	нд	нд	0	0
Макс.	0	24	30	51	76	76	80	108	107	126	122	122	125	125	125	125	125	127	127	110	96
БОЛЬШОЙ ШАНТАР (сезон 1984/1985 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)																					
Средняя	0	0	0	23	33	42	51	62	69	75	79	81	84	85	87	88	88	нд	нд	0	0
Макс.	0	24	30	51	76	76	80	108	107	126	122	122	125	125	125	125	125	127	127	110	96

Месяц	Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			
	И	II	III	И	II	III	И	II	III	И	II	III	И	II	III	И	II	III	И	II	III	
БОЛЬШОЙ ШАНТАР (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.																						
Средняя	0	0	0	26	34	44	50	59	67	73	77	80	83	84	86	87	87	87	нд	нд	0	0
Макс.	0	0	0	27	38	49	58	69	87	90	98	102	110	115	115	118	120	123	122	82	70	
ОСТРОВ БАЙДУКОВА (сезон 1964/1965 – сезон 2013/2014 гг. – 50 лет)																						
Средняя	0	13	21	27	35	45	53	61	72	82	92	98	105	109	114	117	117	116	112	107	0	
Макс.	14	22	36	55	72	97	100	110	112	121	121	130	138	144	151	149	154	150	150	150	150	150
ОСТРОВ БАЙДУКОВА (сезон 1984/1985 – сезон 2013/2014 гг. – 30 лет)																						
Средняя	0	12	17	26	34	45	55	65	75	83	92	98	103	105	109	111	111	108	103	93	0	
Макс.	14	20	30	55	72	97	100	110	112	117	120	130	138	142	146	146	143	133	132	130	66	
ОСТРОВ БАЙДУКОВА (сезон 2000/2001 – сезон 2013/2014 гг. – 14 лет) XXI в.																						
Средняя	0	10	17	19	31	42	53	63	73	79	86	93	98	101	103	104	104	100	94	84	0	
Макс.	6	14	25	34	50	60	72	91	93	97	109	130	138	142	146	146	143	129	123	113	нд	

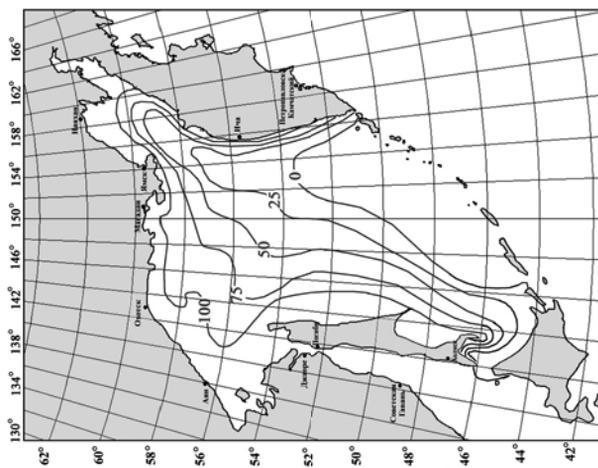


а)

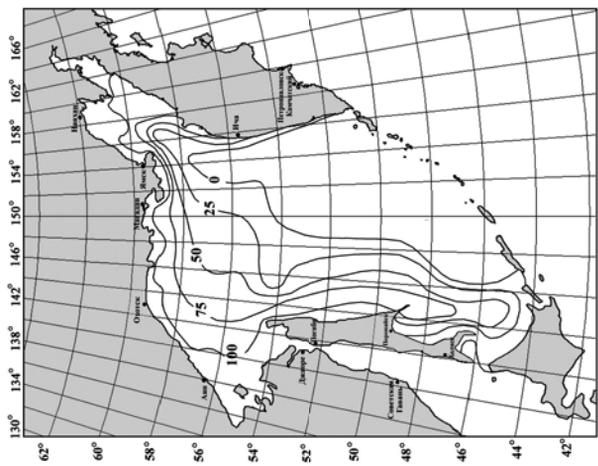


б)

Рис. 6. Повторяемость наличия льда в море в декабре во второй половине XX века (а) и в XXI веке (б).

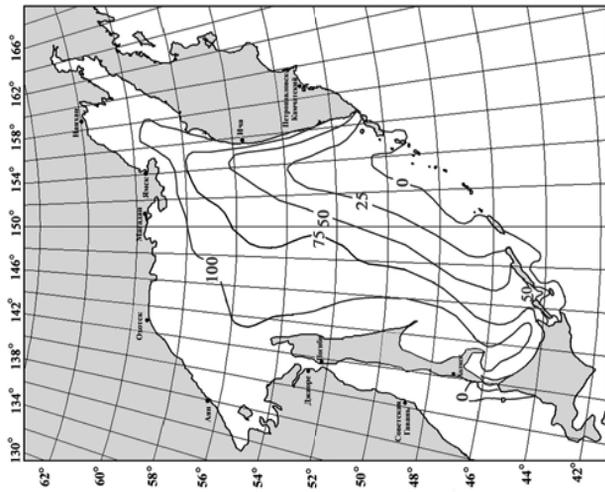


а)

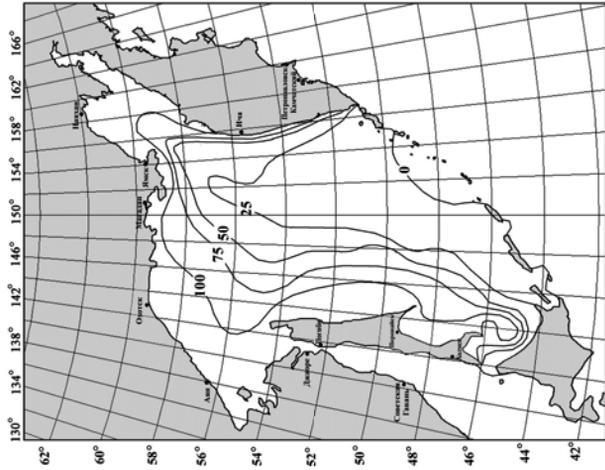


б)

Рис. 7. Повторяемость наличия льда в море в январе во второй половине XX века (а) и в XXI веке (б).

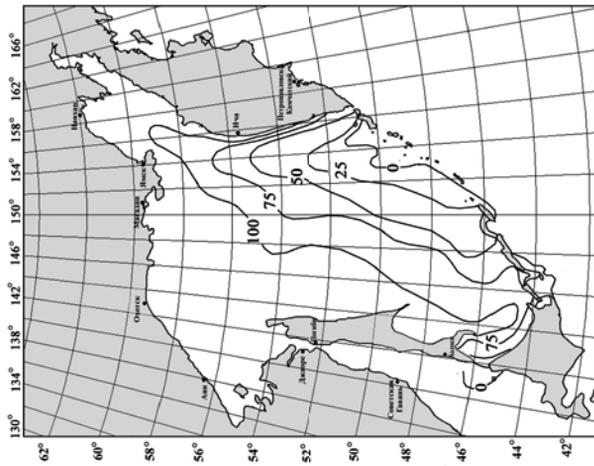


а)

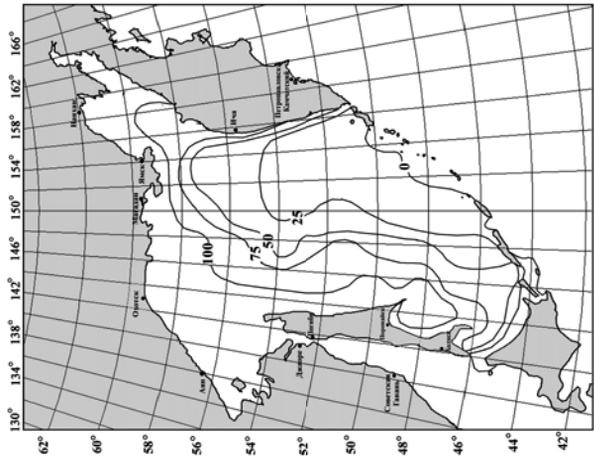


б)

Рис. 8. Повторяемость наличия льда в море в феврале во второй половине XX века (а) и в XXI веке (б).

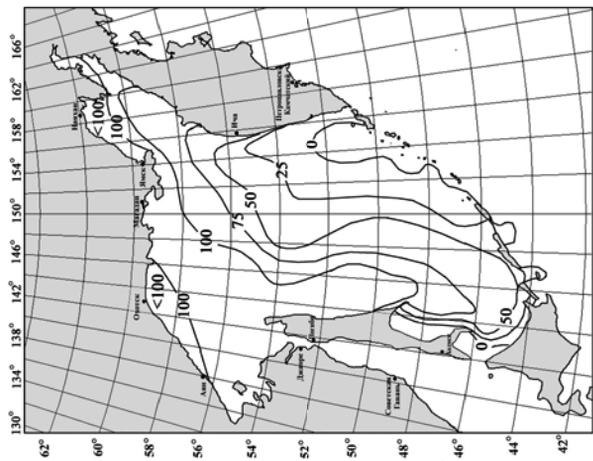


а)

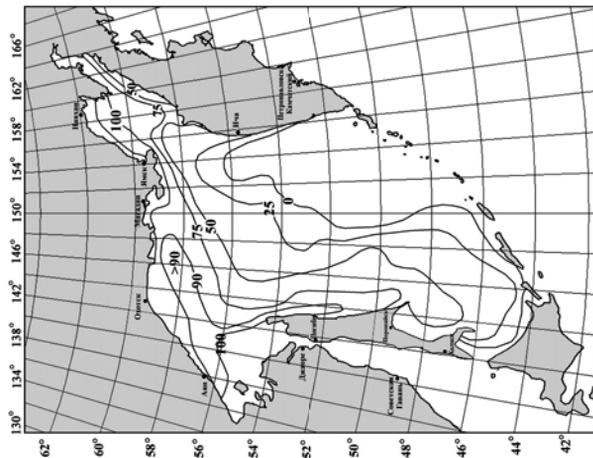


б)

Рис. 9. Повторяемость наличия льда в море в марте во второй половине XX века (а) и в XXI веке (б).

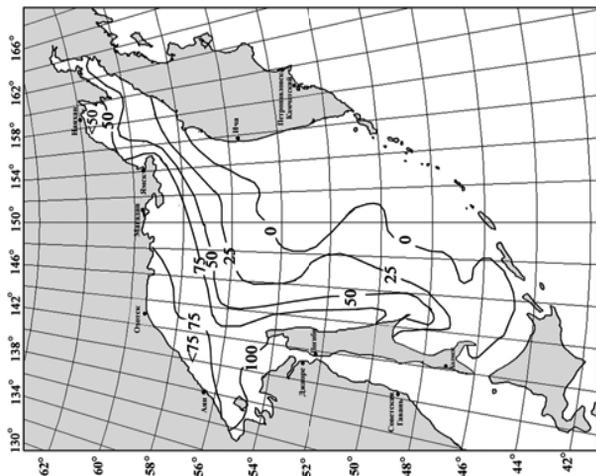


а)

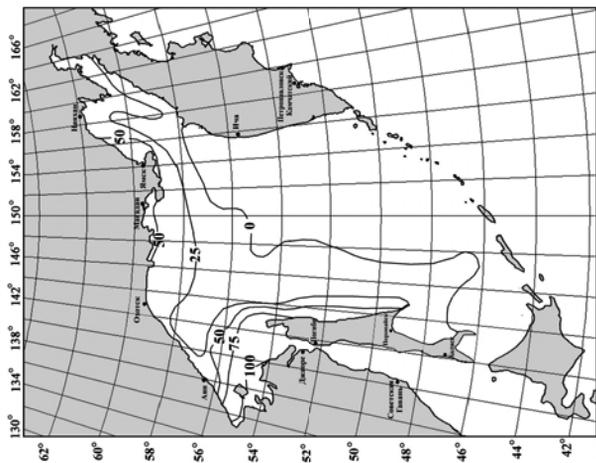


б)

Рис. 10. Повторяемость наличия льда в море в апреле во второй половине XX века (а) и в XXI веке (б).

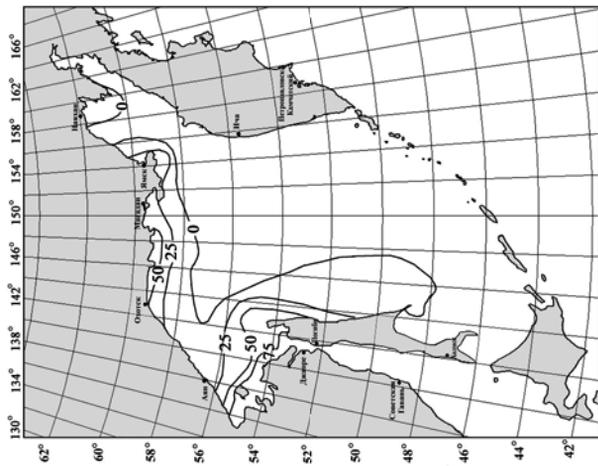


а)

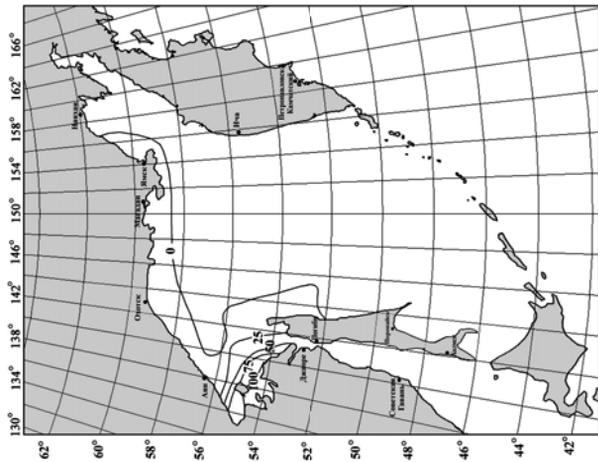


б)

Рис. 11. Повторяемость наличия льда в море в мае во второй половине XX века (а) и в XXI веке (б).



а)



б)

Рис. 12. Повторяемость наличия льда в море в июне во второй половине XX века (а) и в XXI веке (б).

Анализ рис. 6–12 показывает, что в первые 14 лет XXI века произошли следующие существенные изменения в распределении повторяемости наличия льда в Охотском море:

- в декабре повторяемость наличия льда на северо-западе моря уменьшилась на 15–20 %;
- в январе – апреле повторяемость наличия льда в центральной и южной частях моря уменьшилась на 20–25 %;
- в мае-июне повторяемость наличия льда на северо-западе моря уменьшилась на 25–30 %.

Выводы

Изменения в ледовом режиме Охотского моря, произошедшие за 30 лет на рубеже XX–XXI вв., вполне сопоставимы по своим количественным характеристикам с изменениями в ледовом режиме замерзающих морей европейской территории России. Основные изменения ледовых условий на Охотском море за последние 30 лет следующие:

- сумма градусодней мороза для северного района моря уменьшилась в среднем на 175 °С, для центрального и южного районов – на 123 °С;
- в северном, центральном и в южном районах Охотского моря количество мягких зим выросло в среднем на 24–26 %, повторяемость суровых зим уменьшилась на 12–14 %;
- средняя продолжительность ледового сезона по данным ГМС уменьшилась на 1–3 недели; при этом даты первого появления льда сдвинулись в сторону более поздних сроков в среднем на 2–7 дней, даты очищения моря ото льда в сторону более ранних сроков – на 3–20 дней;
- средние толщины припайного льда на момент наибольшего развития ледяного покрова уменьшились на 3–7 см;
- ледовитость на момент наибольшего развития ледяного покрова (в марте) уменьшилась на 5 %.

В течение первых 14-ти лет XXI века ускорился процесс уменьшения СГДМ на Охотском море по сравнению с концом XX века. Повторяемость наличия льда в центральной и южной частях моря в январе–апреле уменьшилась на 20–25 %. В северо-западной

части моря в декабре, а также в мае-июне повторяемость наличия льда уменьшилась на 15–30 %.

Список использованных источников

1. *Думанская И.О.* Ледовые условия морей европейской части России. – М.: ИГ–СОЦИН, 2014. – 605 с.
2. *Думанская И.О.* Долгосрочный прогноз ледовых характеристик морей европейской части России и их изменения на рубеже XX–XXI веков // Труды Гидрометцентра России. – 2013. – Вып. 350. – С. 110–141.
3. *Гидрометеорология* и гидрохимия морей. Охотское море. Гидрометеорологические условия. Том 9. Вып. 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1998. – 342 с.
4. *Номенклатура* морских льдов. Условные обозначения для ледовых карт. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 86 с.
5. *Якунин Л.П.* Атлас основных параметров ледяного покрова Охотского моря. – Владивосток: Издательский дом ДВФУ, 2012. – 115 с.
6. SIGRID-3: a vector archive format for sea ice charts // JCOMM Technical Report No. 23. – 2004. – 19 p.

Поступила в редакцию 26.03.2015 г.