

УДК 551.467.3, 551.465.63

DOI 10.15853/2072-8212.2016.41.81-88

## ТИПИЗАЦИЯ ЗИМНИХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ВСЕГО ОХОТСКОГО МОРЯ И ДЛЯ РАЙОНА У ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

В.В. Коломейцев



*Н. с., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18  
Тел./факс: (4152) 41-27-01, 22-66-35. E-mail: kolomeytsev.v.v@mail.ru*

### *ОХОТСКОЕ МОРЕ, ЛЕДОВИТОСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ, СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЛИ*

Проведена типизация зимних гидрологических условий в Охотском море и его восточной части в районе Западной Камчатки по данным спутникового мониторинга о площади ледяного покрова и температуре поверхности. Представлены результаты статистической обработки данных. Выделены пять градаций зимних условий: аномально холодные (аномально ледовитые), холодные (ледовитые), нормальные, теплые (малоледовитые) и аномально теплые (аномально малоледовитые). Результаты работы направлены, в первую очередь, на использование в своих исследованиях специалистами-океанологами и специалистами смежных областей для разработки и совершенствования методов прогнозирования.

### CLASSIFICATION OF WINTER HYDROLOGICAL CONDITIONS IN THE OKHOTSK SEA AND THE WESTERN KAMCHATKA REGION OF THE OKHOTSK SEA ACCORDING TO SATELLITE MONITORING

Vladimir V. Kolomeytsev

*Researcher, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography  
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberedzhnaya, 18  
Tel., fax: (4152) 41-27-01, 22-66-35. E-mail: kolomeytsev.v.v@mail.ru*

### *THE SEA OF OKHOTSK, ICE EXTENT, SEA SURFACE TEMPERATURE, SATELLITE MONITORING OF THE EARTH*

Winter hydrological conditions in the Okhotsk Sea and the Western Kamchatka region of the Okhotsk Sea have been analyzed on the base of results of satellite monitoring of ice cover extent and sea surface temperature. Results of statistical processing are demonstrated. Five gradations of winter conditions have been revealed: extremely cold (outstandingly huge ice extent), cold (huge ice extent), normal, warm (narrow ice extent) and extremely warm (outstandingly narrow ice extent). The results obtained should be useful for experts in oceanography and related disciplines, when developing or improving prognostic models.

Охотское море, и его восточная часть в частности, имеет огромное значение для рыбной промышленности российского Дальнего Востока. Здесь ведется промысел лососей, минтая, трески, камчатского краба и многих других ценных видов рыб и беспозвоночных. В связи с этим, несмотря на достаточно подробную изученность этого района во многих аспектах, исследование фоновых условий их обитания по-прежнему является актуальным. Традиционно востребованной у специалистов-ихтиологов является информация о принадлежности того или иного года либо сезона к типу, определяемому чаще всего температурными условиями. В связи с этим в настоящей работе проведена типизация зимних гидрологических условий Охотского моря и его восточной части на основе статистической обработки современных данных о температуре поверхности моря и

ледовитости, полученной посредством спутникового дистанционного зондирования. Важно отметить, что выбор зимнего сезона и данного района обусловлен, прежде всего, проведением здесь крупномасштабной Охотоморской минтаевой экспедиции.

Классификация гидрологических условий Охотского моря, в том числе и по признаку суровости зим, проводилась неоднократно. В частности, результаты таких исследований наглядно продемонстрированы в работах Хена (Хен и др., 2001), Фигуркина (Фигуркин, 2003), Муктепавела (Муктепавел, 2006).

Основным ограничением изучения долгосрочных тенденций теплового состояния вод моря является отсутствие регулярных прямых наблюдений за температурой воды. Для поверхности моря эта проблема достаточно хорошо решается

посредством использования данных спутникового дистанционного мониторинга, на основе которых создается множество специализированных модельных продуктов с высоким пространственно-временным разрешением.

В отличие от прямых наблюдений за температурой воды, с 1957 г. в Охотском море выполняются регулярные ежелекандные ледовые наблюдения. Ледовитость, как показывают исследования, является одним из наиболее объективных элементов, отражающих термодинамические процессы, происходящие в поверхностном слое моря. Поэтому материалы о ледовитости часто используются для косвенной оценки термических условий верхней толщи вод и для исследования их межгодовой изменчивости (Хен и др., 2001).

Целью настоящей работы является типизация зимних гидрологических условий Охотского моря, а также его района у западного побережья Камчатки в отдельности, по температуре воды на поверхности и ледовитости по современным данным спутникового дистанционного мониторинга.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для анализа температурных условий использовали информацию, полученную на основе данных сканирующих инфракрасных радиометров AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), установленных на серии спутников Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA's NCEI: <ftp://eclipse.ncdc.noaa.gov>). Эти данные модельно ассимилированы с данными судовых наблюдений и дрейфующих буев. Информация представлена ежедневными значениями температуры поверхности океана в узлах регулярной сетки с шагом  $1/4^\circ$  по широте и долготе. Данные интерполированы в узлы регулярной сетки методом оптимальной интерполяции (OI-V.2), сущность которого подробно изложена Ричардом Рейнольдсом (Reynolds et al., 2007). Существенный плюс такой информации — высокое пространственное и временное разрешение покрытия, что позволяет в некоторой степени восполнить пробелы, возникающие вследствие нерегулярности экспедиционных исследований.

Район Охотского моря у Западной Камчатки, для которого проводилась выборка данных дистанционного зондирования, представлен на рис. 1. На основе этих данных нами были рассчитаны сред-

ние по исследуемой акватории значения температуры воды на поверхности за каждые сутки и, впоследствии, для периодов с декабря по март и с февраля по март.

Источником данных о ледовых условиях послужили материалы Национального ледового центра США (NOAA's National Ice Center, <http://www.natice.noaa.gov/>). Данные для Охотского моря имеют временной ряд с интервалом 1 неделя и продолжительность с 1972 года по настоящее время. При этом до 1995 г. информация представлена архивными данными, а с 1995 г. — в векторном географическом формате в shape-файлах. Обработку данных из shape-файлов и расчет ледовитости (отношение площади распространения льда к общей площади моря, выраженное в %) проводили для всего Охотского моря и его восточной части (северо-восточной четверти) (рис. 2) с помощью программ ArcGIS 10 (ESRI, Inc.) и MS Excel (Microsoft, Inc.). В результате расчета были получены средние за декаду значения ледовитости для всех ледовых сезонов за период наблюдений. Для восточной части Охотского моря временной ряд начинается с 1995 года, с открытием общего доступа к shape-файлам, а границы района обусловлены производителем этого геоинформационного продукта.

Статистический анализ данных осуществлялся с помощью специализированного пакета Statistica 8.0 (StatSoft, Inc.). Теоретические основы статистического анализа, в частности, можно найти в монографиях В.П. Леонова (1990) и А. Афифи и С. Эйзена (1982). Расчет стандартного отклонения  $s$  и ошибки среднего  $m$  реализован в программе и выполняется по стандартным формулам.

Для выделения типов зим использовали средние значения ледовитости всего Охотского моря и его восточной части, а также температуры поверхности прикамчатских вод Охотского моря за весь зимний гидрологический период (декабрь–март) и период пикового развития зимних гидрологических процессов (февраль–март) (табл. 1). Определение сроков сезонов, по которым рассчитывали средние значения, основано на гидрологических и биологических исследованиях, результаты которых приводятся в работах (Шунтов, 2001; Ростов и др., 2001; Атлас., 2003).

По аналогии с работой А.Л. Фигуркина (2003), по значениям ледовитости было выделено 5 типов зим со следующими градациями:

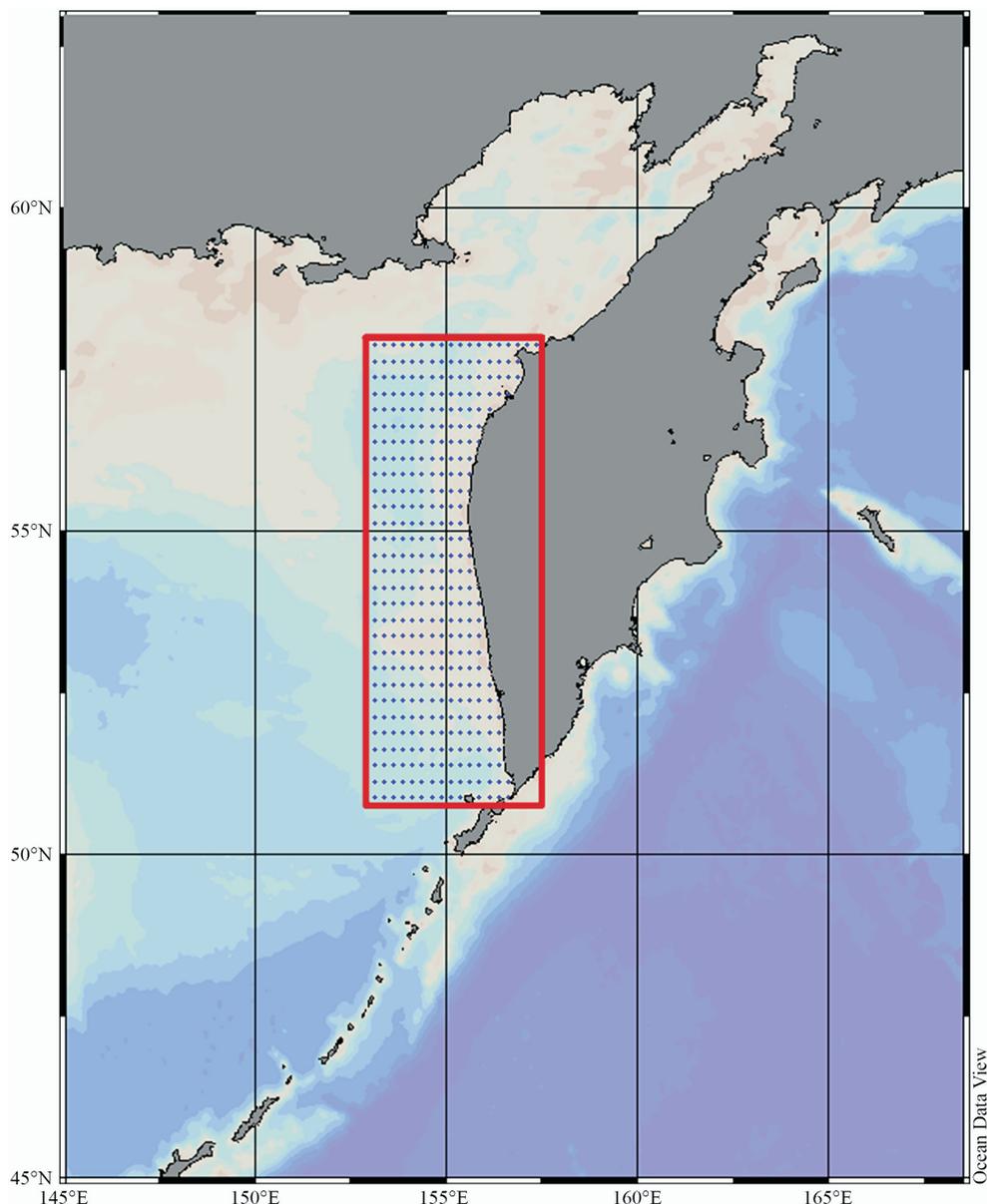


Рис. 1. Район Охотского моря у западного побережья Камчатки, для которого проводили выборку спутниковых данных по температуре воды на поверхности

Fig. 1. The part of the Western Kamchatka region of the Okhotsk Sea, where the satellite data about the sea surface temperature and the ice cover extent were collected

Таблица 1. Статистическая характеристика ледовитости всего Охотского моря, ледовитости и температуры поверхности восточной части Охотского моря в феврале–марте и декабре–марте  
Table 1. The statistical characterization of the ice cover extent of the Okhotsk Sea and of the ice cover extent and sea surface temperature of the Eastern Okhotsk Sea in February–March and December–March

Показатель	Период наблюдений	Месяцы	M	m	s	d	min	max
Ледовитость всего Охотского моря, %	1972–2015	II–III	67,2	1,7	11,5	52,3	39,9 (2015)	92,2 (2001)
		XII–III	49,4	1,4	9,0	37,4	32,0 (2015)	68,6 (2001)
Ледовитость восточной части Охотского моря, %	1995–2015	II–III	50,3	2,9	13,4	53,6	36,9 (2015)	90,5 (2001)
		XII–III	36,7	2,2	9,6	37,2	26,3 (2014)	63,5 (2001)
Температура поверхности восточной части Охотского моря, °C	1982–2015	II–III	0,20	0,06	0,34	1,53	-0,45 (2001)	1,08 (1996)
		XII–III	0,81	0,06	0,35	1,71	0,20 (2001)	1,91 (1996)

M — среднее многолетнее значение; m — ошибка среднего; s — стандартное отклонение; d — размах значений; min — минимальное значение; max — максимальное значение

- аномально ледовитая ( $L_i > L_{cp} + 1,5 \times s$ );
- ледовитая ( $L_{cp} + 0,5 \times s \leq L_i \leq L_{cp} + 1,5 \times s$ );
- нормальная ( $L_{cp} - 0,5 \times s \leq L_i \leq L_{cp} + 0,5 \times s$ );
- малоледовитая ( $L_{cp} - 1,5 \times s \leq L_i \leq L_{cp} - 0,5 \times s$ );
- аномально малоледовитая ( $L_i < L_{cp} - 1,5 \times s$ ),

где  $L_i$  — ледовитость в  $i$ -м году,  $L_{cp}$  — среднемноголетняя ледовитость,  $s$  — стандартное отклонение.

Подобным же образом была проведена типизация зим по температурным условиям:

- аномально теплая ( $T_i > T_{cp} + 1,5 \times s$ );
- теплая ( $T_{cp} + 0,5 \times s \leq T_i \leq T_{cp} + 1,5 \times s$ );
- нормальная ( $T_{cp} - 0,5 \times s \leq T_i \leq T_{cp} + 0,5 \times s$ );
- холодная ( $T_{cp} - 1,5 \times s \leq T_i \leq T_{cp} - 0,5 \times s$ );
- аномально холодная ( $T_i < T_{cp} - 1,5 \times s$ ),

где  $T_i$  — температура поверхности моря в  $i$ -м году,  $T_{cp}$  — среднемноголетняя температура поверхности моря,  $s$  — стандартное отклонение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты типизации зимних гидрологических условий для Охотского моря и его восточной части представлены в таблицах 2 и 3 и на рис. 3 и 4. Прежде всего, стоит обратить внимание на различную длину временных рядов, используемых в классификации показателей, что, безусловно, оказывает влияние на качественное определение типа того или иного зимнего сезона. Например, по ледовитости восточной части Охотского моря, ввиду относительно короткого ряда и ненормальности распределения со смещением среднего в сторону низких значений, не выделяются аномально малоледовитые зимы. Имеются и такие различия, которые связаны с размерами исследуемого бассейна (Охотское море в целом и его восточная часть в отдельности). Тем не менее на протяжении обследованного временного ряда определенно мож-

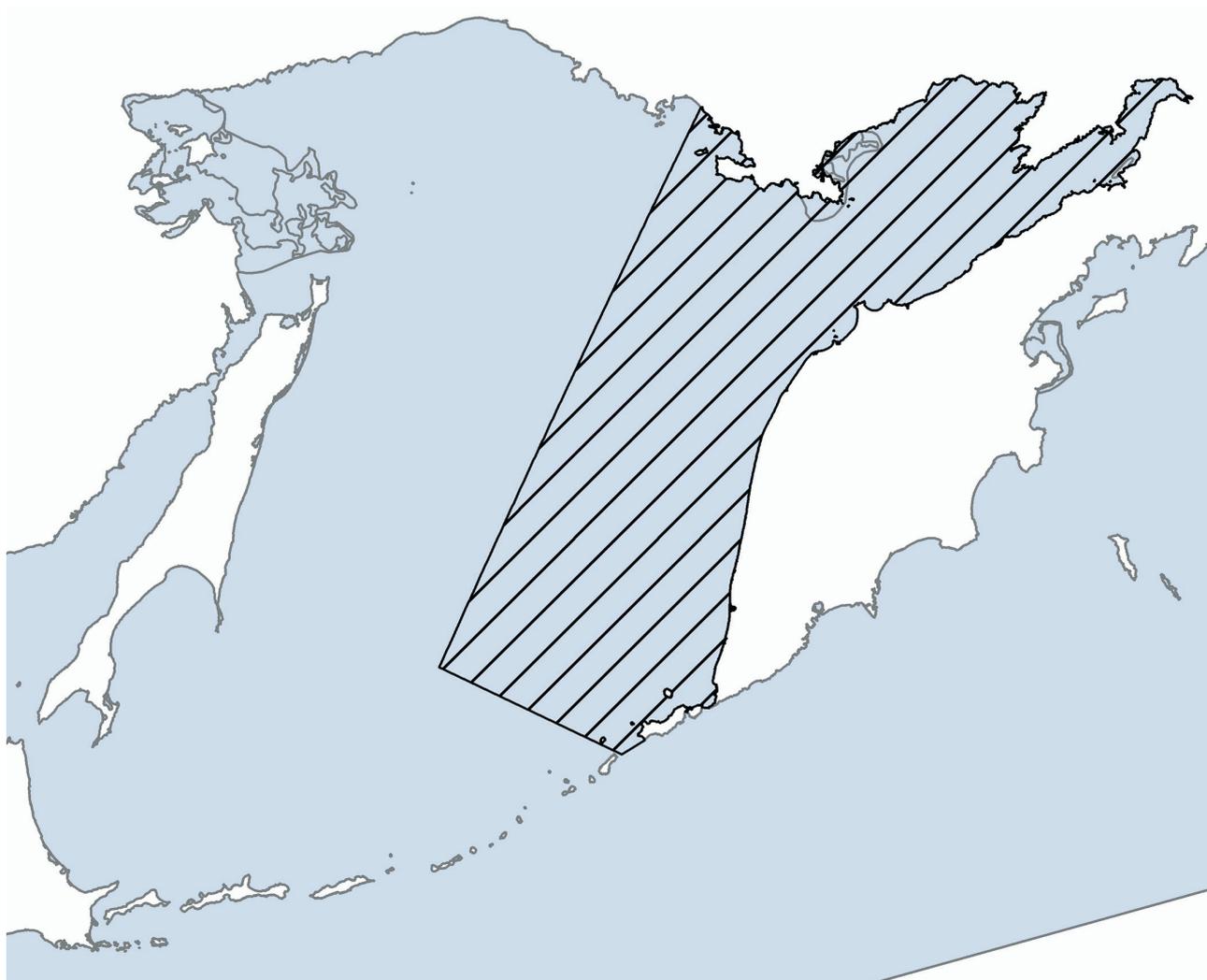


Рис. 2. Район Охотского моря и его восточной части (последняя выделена штриховкой), для которых рассчитывали ледовитость  
 Fig. 2. The Okhotsk Sea and the part in its east part (shaded), where the ice cover extent was estimated

но выделить несколько теплых и холодных периодов. Так, по отношению ко всей акватории Охотского моря, аномально ледовитыми и холодными оказались 1978, 1979 и 2001 гг. По данным для восточной части моря к таковым можно отнести 2001 и 2016 годы. Кроме того, по температуре воды на поверхности восточной части Охотского моря холодные зимы преимущественно наблюдались на протяжении 1985–1990 годов (1985, 1986, 1987, 1988, 1990).

После очень холодного периода с 1999 по 2002 гг., до 2015 г. на акватории Охотского моря, включая район у Западной Камчатки, заметно преобладали нормальные и теплые условия с относительно слабым развитием ледяного покрова. Наиболее теплыми и малоледовитыми из них оказались 2009 и 2015 годы, при этом на 2015 г. пришелся абсолютный минимум ледовитости Охотского моря за весь период наблюдений с 1972 года. Относительно холодные условия в восточной ча-

Таблица 2. Ледовитость Охотского моря (%), ледовитость (%) и температура (°C) поверхности восточной части Охотского моря в периоды с декабря по март и с февраля по март  
Table 2. The ice cover extent of the Okhotsk Sea (%), the ice cover extent (%) and the sea surface temperature (°C) of the Eastern Okhotsk Sea for the periods December–March and February–March

Год \ Показатель \ Месяцы	Ледовитость всего Охотского моря		Ледовитость восточной части Охотского моря		Температура воды на поверхности восточной части Охотского моря	
	Декабрь–март	Февраль–март	Декабрь–март	Февраль–март	Декабрь–март	Февраль–март
1972		71,0				
1973	59,8	82,4				
1974	41,4	54,7				
1975	50,1	67,4				
1976	40,0	55,0				
1977	50,9	73,4				
1978	66,8	91,3				
1979	67,7	89,7				
1980	58,1	79,0				
1981	48,0	70,9				
1982	53,2	74,3			0,65	0,21
1983	60,1	80,2			0,74	0,23
1984	35,0	48,3			1,11	0,51
1985	50,8	65,8			0,58	-0,01
1986	49,4	70,0			0,48	-0,21
1987	49,3	68,7			0,29	-0,16
1988	59,7	78,1			0,37	-0,16
1989	44,6	64,0			0,93	0,09
1990	49,8	69,1			0,50	-0,13
1991	33,7	46,8			0,93	0,25
1992	48,1	65,5			0,79	0,10
1993	51,2	66,1			0,57	0,05
1994	47,5	57,3			0,43	0,28
1995	52,6	64,5		54,8	0,72	0,28
1996	40,5	59,5	29,7	39,3	1,91	1,08
1997	49,1	64,7	30,6	38,6	1,25	0,91
1998	54,6	74,3	41,8	56,6	0,84	0,15
1999	57,6	72,9	46,3	56,8	0,55	0,07
2000	55,9	80,4	48,5	71,2	0,65	-0,06
2001	68,6	92,2	63,5	90,5	0,20	-0,45
2002	57,7	76,7	49,5	69,3	0,44	-0,16
2003	58,0	76,1	44,2	54,3	1,03	0,43
2004	50,9	65,5	31,0	43,7	0,90	0,51
2005	45,1	57,7	33,2	41,3	0,86	0,32
2006	35,8	51,9	30,5	41,0	1,09	0,38
2007	50,6	65,1	38,1	53,7	0,73	-0,12
2008	45,3	64,1	31,9	45,4	0,63	0,19
2009	35,7	51,3	27,9	41,2	1,50	0,72
2010	43,5	62,6	34,0	46,4	0,93	-0,03
2011	39,2	57,9	28,0	41,5	1,05	0,36
2012	49,2	68,2	39,8	53,0	0,65	-0,08
2013	45,9	63,6	31,0	42,4	0,90	0,25
2014	39,5	59,6	26,3	37,9	1,11	0,34
2015	32,0	39,9	29,2	36,9	1,25	0,76
2016	47,3	69,4	44,7	61,1	0,45	-0,37

Таблица 3. Типизация зимних сезонов для Охотского моря и его восточной части по ледовитости и температуре воды на поверхности  
 Table 3. The types of the winter seasons for the Okhotsk Sea and its eastern part based on the ice cover extent and the sea surface temperature

Год \ Показатель \ Месяцы	Тип зимнего периода по ледовитости всего Охотского моря		Тип зимнего периода по ледовитости восточной части Охотского моря		Тип зимнего периода по температуре воды на поверхности восточной части Охотского моря	
	Декабрь—март	Февраль—март	Декабрь—март	Февраль—март	Декабрь—март	Февраль—март
1972		нормальный				
1973	ледовитый	ледовитый				
1974	малоледовитый	малоледовитый				
1975	нормальный	нормальный				
1976	малоледовитый	малоледовитый				
1977	нормальный	ледовитый				
1978	аномально ледовитый	аномально ледовитый				
1979	аномально ледовитый	аномально ледовитый				
1980	ледовитый	ледовитый				
1981	нормальный	нормальный				
1982	нормальный	ледовитый				
1983	ледовитый	ледовитый				
1984	аномально малоледовитый	аномально малоледовитый				
1985	нормальный	нормальный				
1986	нормальный	нормальный				
1987	нормальный	нормальный				
1988	ледовитый	ледовитый				
1989	малоледовитый	нормальный				
1990	нормальный	нормальный				
1991	аномально малоледовитый	аномально малоледовитый				
1992	нормальный	нормальный				
1993	нормальный	нормальный				
1994	нормальный	малоледовитый				
1995	нормальный	нормальный				
1996	малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	нормальный	аномально теплый
1997	нормальный	нормальный	малоледовитый	малоледовитый	теплый	аномально теплый
1998	ледовитый	ледовитый	ледовитый	ледовитый	нормальный	нормальный
1999	ледовитый	нормальный	ледовитый	нормальный	холодный	нормальный
2000	ледовитый	ледовитый	ледовитый	аномально ледовитый	нормальный	холодный
2001	аномально ледовитый	аномально ледовитый	аномально ледовитый	аномально ледовитый	аномально холодный	аномально холодный
2002	ледовитый	ледовитый	ледовитый	ледовитый	холодный	холодный
2003	ледовитый	ледовитый	ледовитый	ледовитый	теплый	теплый
2004	нормальный	нормальный	малоледовитый	нормальный	нормальный	теплый
2005	нормальный	малоледовитый	нормальный	малоледовитый	нормальный	нормальный
2006	аномально малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	теплый	теплый
2007	нормальный	нормальный	нормальный	нормальный	нормальный	холодный
2008	нормальный	нормальный	малоледовитый	нормальный	нормальный	нормальный
2009	аномально малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	аномально теплый	аномально теплый
2010	малоледовитый	нормальный	нормальный	нормальный	норм	холодный
2011	малоледовитый	малоледовитый	нормальный	малоледовитый	теплый	нормальный
2012	нормальный	нормальный	нормальный	нормальный	нормальный	холодный
2013	нормальный	нормальный	малоледовитый	малоледовитый	нормальный	нормальный
2014	малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	теплый	нормальный
2015	аномально малоледовитый	аномально малоледовитый	малоледовитый	малоледовитый	теплый	аномально теплый
2016	нормальный	нормальный	ледовитый	ледовитый	холодный	аномально холодный

сти моря за последнее время наблюдались в феврале–марте 2007, 2010 и 2012 гг.

После рассмотренного продолжительного довольно теплого периода, начавшегося после 2002 года, в 2016 г. на востоке Охотского моря наблюдалась неожиданно холодная зима — самая холодная после аномально холодных зим начала 2000-х годов. Кроме того, по температуре воды на поверхности она также оказалась аномально холодной и относительно ледовитой.

Последующее направление этих работ состоит, прежде всего, в продолжении временных рядов данных и уточнении средних величин. Безусловно, это может привести к некоторым коррективам в

проведенной типизации, однако тенденции многолетних изменений будут сохраняться.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам статистической обработки данных о ледовитости и температуре воды на поверхности восточной части Охотского моря у Западной Камчатки, представлена типизация зимних условий по пяти градациям. По ее результатам определены теплые и холодные периоды. В частности, по температуре поверхности восточной части Охотского моря наиболее теплыми были зимы 1996–1997, 2009 и 2015 гг., а самыми холодными — 2001 и 2016 гг. По данным о ледовитости для всей аква-

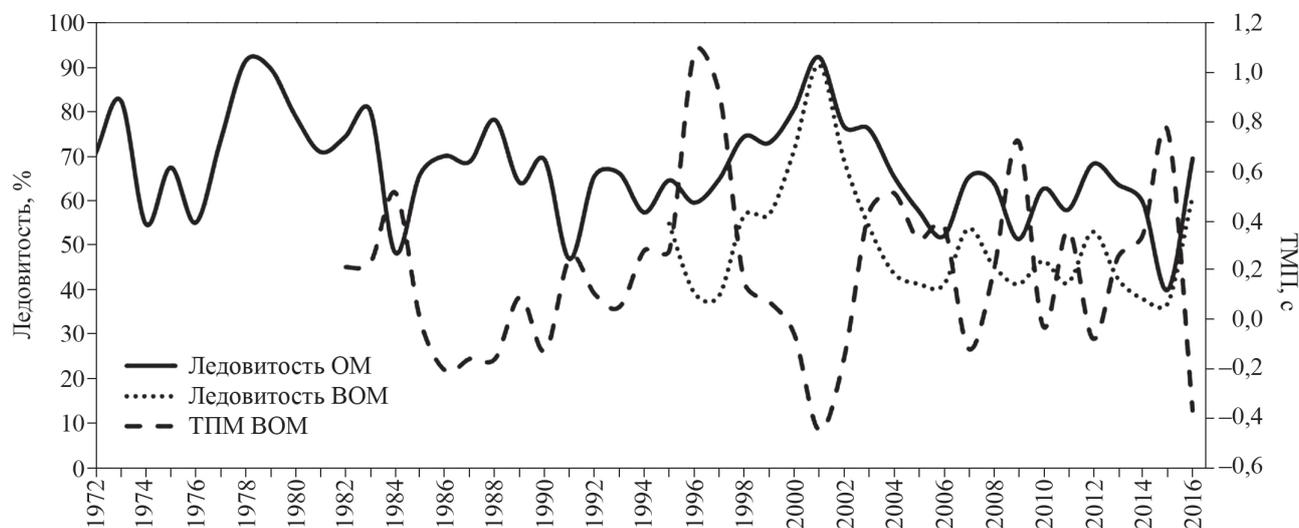


Рис. 3. Межгодовая изменчивость ледовитости Охотского моря (ОМ) и ледовитости и температуры воды на поверхности (ТПМ) восточной части Охотского моря (ВОМ), средних за период с февраля по март  
 Fig. 3. The interannual dynamics of the ice cover extent in the Okhotsk Sea (OS) and of the ice cover extent and sea surface temperature (SST) in the Eastern Okhotsk Sea (EOS) averaged for the period from February to March

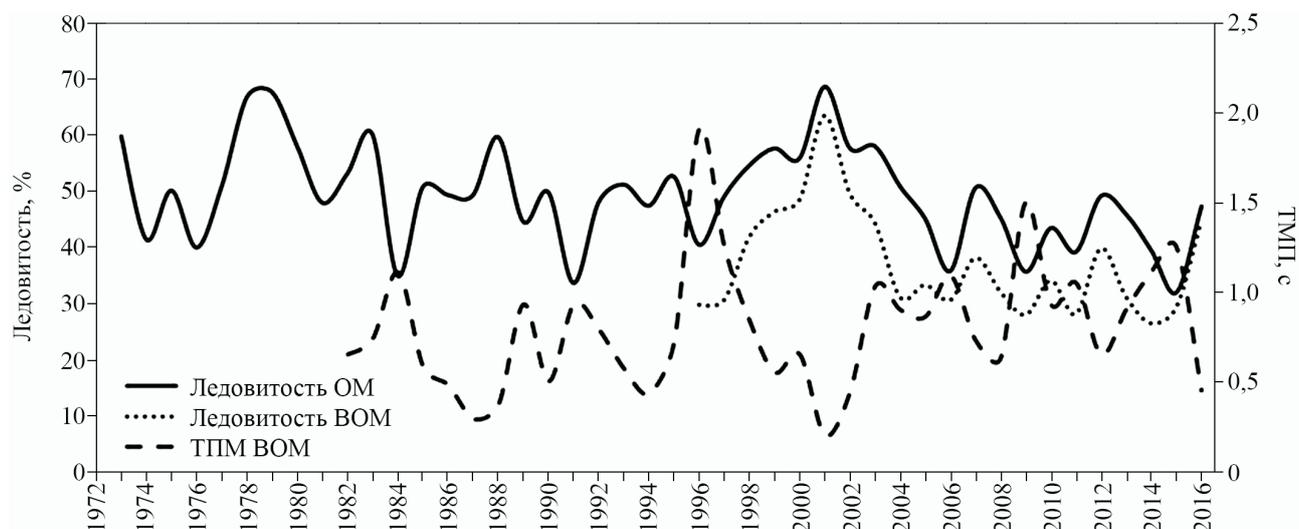


Рис. 4. Межгодовая изменчивость ледовитости Охотского моря (ОМ) и ледовитости и температуры воды на поверхности (ТПМ) восточной части Охотского моря (ВОМ), средних за период с декабря по март  
 Fig. 4. The interannual dynamics of the ice cover extent in the Okhotsk Sea (OS) and of the ice cover extent and sea surface temperature (SST) in the Eastern Okhotsk Sea (EOS) averaged for the period from December to March

тории Охотского моря, аномально ледовитые зимы пришлось на 1978, 1979 и 2001 гг. Зимы с наименьшим количеством льда пришлось на 1984, 1991, 2006, 2009 и 2015 гг.

В целом, временные межгодовые изменения рассматриваемых гидрологических характеристик достаточно хорошо согласуются между собой. Наибольшие отличия при выделении типов зимних условий по отдельным показателям связаны, прежде всего, с длиной временного ряда и, как следствие, значений статистических величин, применявшихся в типизации. Однако есть и очевидные региональные отличия в самих сложившихся гидрологических условиях, как, например, в 2016 году, когда по ледовитости зима для всего Охотского моря оказалась в пределах нормы, а в прикамчатских водах моря она была существенно холоднее обычного.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас количественного распределения нектона в Охотском море. 2003. Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. М.: Национальные рыбные ресурсы. С. 10–18.

*Ростов И.Д., Юрасов Г.И., Рудых Н.И., Мороз В.В., Дмитриева Е.В., Набиуллин А.А., Храпченков Ф.Ф., Ростов В.И., Бунин В.М.* 2001. Атлас по океанографии Берингова, Охотского и Японского морей. Владивосток: ТОИ им. В.И. Ильичева ДВО РАН. [www.pacificinfo.ru/data/cdrom/2/HTML/1\\_00.htm](http://www.pacificinfo.ru/data/cdrom/2/HTML/1_00.htm).

*Афифи А., Эйзен С.* 1982. Статистический анализ: подход с использованием ЭВМ. М.: Мир. 488 с.

*Леонов В.П.* 1990. Обработка экспериментальных данных на программируемых микрокалькуляторах. (Прикладная статистика на БЗ-34, МК-52, МК-54, МК-56, МК-61.) Томск: Томский ун-т. 376 с.

*Муктепавел Л.С.* 2006. Пространственно-временная изменчивость ледовых условий Охотского моря по данным дистанционного зондирования. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 23 с.

*Фигуркин А.Л.* 2003. Океанологические условия шельфа и склона Охотского моря в холодную половину года и их влияние на нерест минтая. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 24 с.

*Хен Г.В., Фигуркин А.Л., Ванин Н.С., Глебова С.Ю., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д., Жигалов И.А.* 2001. Исследование пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических условий восточной части Охотского моря (Западно-Камчатский район). Отчет. Владивосток: ТИНРО-Центр.

*Шунтов В.П.* 2001. Биология дальневосточных морей. Т. 1. Владивосток: ТИНРО-Центр. 580 с.  
NOAA's National Centers for Environmental Information (NCEI): [www.eclipse.ncdc.noaa.gov](http://www.eclipse.ncdc.noaa.gov).

NOAA's National Ice Center: [www.natice.noaa.gov](http://www.natice.noaa.gov).  
*Reynolds R.W., Smith T.M., Liu C., Chelton D.B., Casey K.S., Schlax M.G.* 2007. Daily high-resolution blended analyses for sea surface temperature. *J. Climate*, 20, 5473–5496.