

ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ В АЗОВСКОМ МОРЕ И КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ ЗИМОЙ 2016/2017 ГГ.

А.В. Федоренко

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации
avf8@yandex.ru*

Введение

Особенностями зимы 2016/2017 гг. на Азовском море были 1) очень быстрое ледообразование в конце января – начале февраля на всей акватории моря; 2) появление серо-белого дрейфующего льда (толщиной 15–30 см) в Керченском проливе, что сильно осложнило судоходство и создало угрозу деформации конструкций временного технического моста. Причинами этих явлений были пять волн холода, а также дрейф уже сформировавшегося льда толщиной от 5 до 15 см с северо-востока на юг и юго-запад моря.

Ледообразование в Азовском море

По своему типу зима 2016/2017 гг. была умеренной. В соответствии с типизацией зим [3], сумма отрицательных температур воздуха в Ростове-на-Дону в эту зиму составила -342° , что подпадает под критерий умеренной зимы. Продолжительность ледового периода на севере моря была близкой к норме (80–100 суток), на юге моря – 20–25 суток, что меньше нормы для этой части акватории в 2–3 раза. Толщина припая вдоль побережья моря была в среднем меньше нормы в 2 раза и составила в Таганроге 18 см, ГМС Опасное (Керченский пролив) 7 см; однако в порту Мариуполь составила в середине февраля 36 см, что на 6 см больше нормы. Толщина дрейфующего льда при этом на юге моря была заметно больше толщины припайного льда, что говорит о его не местном происхождении.

На рис. 1 представлен ход температуры воздуха в Ростове-на-Дону и Керчи зимой 2016/2017 гг., цифрами обозначены наиболее сильные холодные вторжения, наблюдаемые в этот период на акватории Азовского моря.

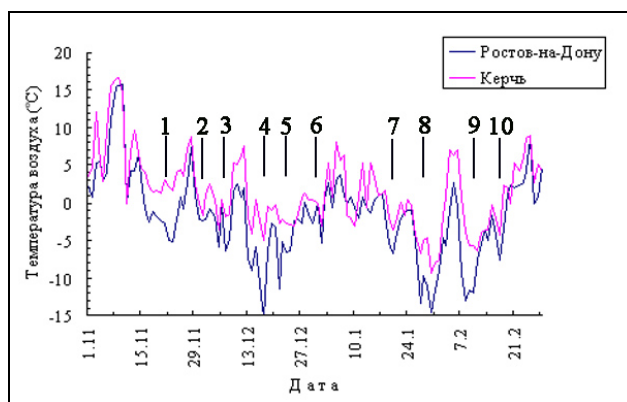


Рис. 1. Ход температуры воздуха в Ростове-на-Дону и Керчи зимой 2016/2017 гг., цифрами 1–10 обозначены моменты максимального развития "волн холода".

Согласно рис. 1, на акватории Азовского моря наблюдалось 10 хорошо выраженных холодных вторжений, с каждым из которых связан определенный этап развития ледового покрова. Из рис. 1 также следует, что на юге Азовского моря не наблюдалось низких температур, при которых серо-белый дрейфующий лед имел бы местное происхождение.

В таблице представлено краткое описание ледовой обстановки в наиболее важных районах Азовского моря: показаны толщины припайного и дрейфующего льда в Азовском море в см; номер во втором столбце соответствует номеру на рис. 1.

Из таблицы следует, что наиболее интенсивное ледообразование, которое охватило и Керченский пролив, началось с затока холода в период с 26 января по 3 февраля. Понижение температуры воздуха на северо-востоке моря было таким, как при похолодании в период с 13 по 18 декабря, но температура воздуха на юге Азовского моря стала намного ниже. Температура поверхностного слоя воды к этому времени на юге моря достигла 0 °С, на севере местами – отрицательных значений.

Все сильные похолодания на Азовском море связаны с усилением антициклонеза в районах севернее Азовского моря и углублением циклонов над Черным и Средиземным морями. На основе данных [2], для Азовского моря выделяют четыре основных типа синоптических процессов, определяющих метеорологический режим над морем, и один дополнительный пятый тип, объединяющий все случаи малоградиентных барических полей. Из этих четырех типов наибольшее влияние на ледообразование оказывают типы I и III.

Таблица. Данные о волнах холода и толщине льда (см) в Азовском море зимой 2016/2017 гг.

Дата похолоданий	Номер	Таганрогский залив		Севернее 46° с. ш.	Южнее 46° с. ш.	Керченский пролив	
		припай	д/л	д/л	д/л	припай	д/л
16.11-24.11.	1	-	<10	-	-	-	-
30.11-2.12	2	-	<10	-	-	-	-
4.12-8.12	3	-	<10	-	-	-	-
13.12-18.12	4	10	7-12	<10	-	-	-
21.12-24.12	5	12	10-15	7-12	-	-	-
29.12-1.01	6	12	10-15	10-15	-	-	-
18.01-22.01	7	10	10-15	7-12	-	-	-
26.01-3.02	8	14	15-20	15-20	10-15	-	7-12
7.02-11.02	9	14	15-30	15-30	15-20	7-10	7-12
14.02-18.02	10	18	20-30	15-30	15-30	12-16	15-30

Примечание: д/л – толщина дрейфующего льда, припай – толщина припайного льда; прочерк – отсутствие льда.

При типе I антициклон располагается над центральными районами Восточной Европы; на юго-востоке Черного моря развивается циклоническая деятельность, над Азовским морем преобладают ветры северного, северо-восточного и восточного направлений, температура воздуха может понизиться до -10...-14 °С. При типе III обширный циклон охватывает всю европейскую часть России; над Казахстаном и Сибирью – антициклоны, над Западной Европой располагается антициклон с отрогом над Балканским полуостровом. Нередко циклоны стационарируют над Нижним Поволжьем. В тылу циклонов на акваторию Азовского моря возможны кратковременные затоки арктического воздуха, что вызывает значительное похолодание. Остальные два типа присущи для теплых периодов. Зимой 2016/2017 гг. наблюдались оба типа.

С учетом данных таблицы и рис. 1 были проанализированы синоптические карты за дни, предшествующие наиболее сильным похолоданиям на Азовском море (волны холода под номерами 4, 8, 9, 10 в таблице). На рис. 2 представлены траектории блокирующих антициклонов, оказавших наиболее сильное влияние на ледовую обстановку в Азовском море.

Почти все блокирующие антициклоны начинали свое формирование в западном секторе Арктики, спустя 5–7 суток достигали Восточной Европы, после чего входили в систему Азорского максимума. Один из

возможных механизмов влияния вод Тихого океана, а также орографии суши на крупномасштабные атмосферные процессы над Северной Атлантикой и Европой описан в [5].

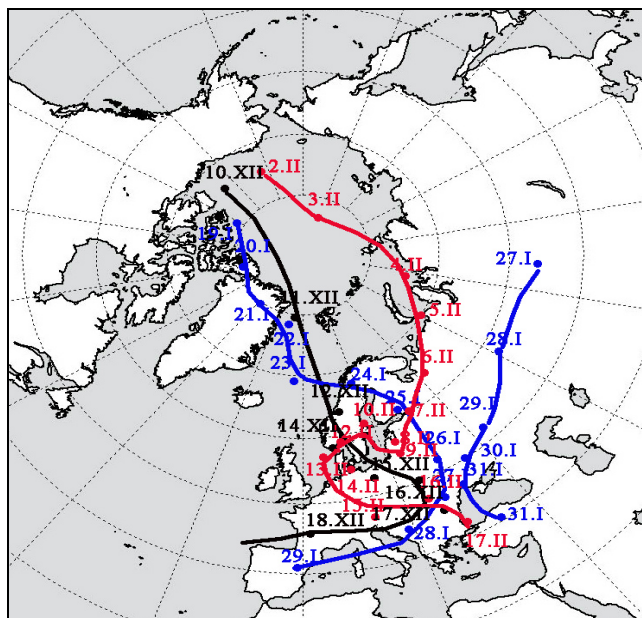


Рис. 2. Траектории антициклонов, вызвавших наиболее сильные похолодания на Азовском море зимой 2016/2017 гг. (синяя линия – траектория антициклона 19–31.01.2017 г., черная – 10–18.12.2016 г., красная – 02–17.02.2017 г.); точками обозначено положение центров антициклонов на указанную дату.

Как пример, на рис. 3 показан ход атмосферного давления в центре антициклона, сформировавшегося 19 января над полярным регионом Канады и вошедшего 29 января в систему Азорского максимума. Этот же антициклон при продвижении на юг инициировал проникновение на акваторию Черного моря отрога сибирского антициклона. Таким образом, волна холода получилась двойная, что хорошо заметно на рис. 1.

Если сопоставить рис. 3 с траекторией антициклона, то заметно, что максимумы давления в его центре совпадают с моментами прохождения по материку и в начале траектории по северной части Гренландии. Второй максимум наблюдался 27 января, в момент, когда центр антициклона находился над восточной Европой.

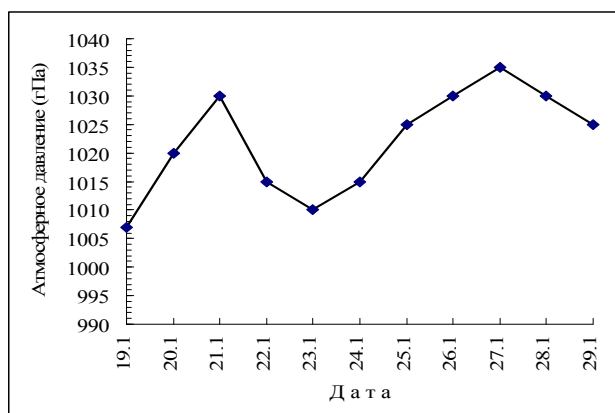


Рис. 3. Атмосферное давление в центре антициклона за 19–29.01.2017 г.

Зима 2016/2017 гг. не была особенной и по скорости ледообразования на Азовском море. На рис. 4 представлен график максимальной интенсивности ледообразования за сезон в Азовском море, где интенсивность ледообразования – наибольшее за сезон изменение ледовитости моря между декадами.

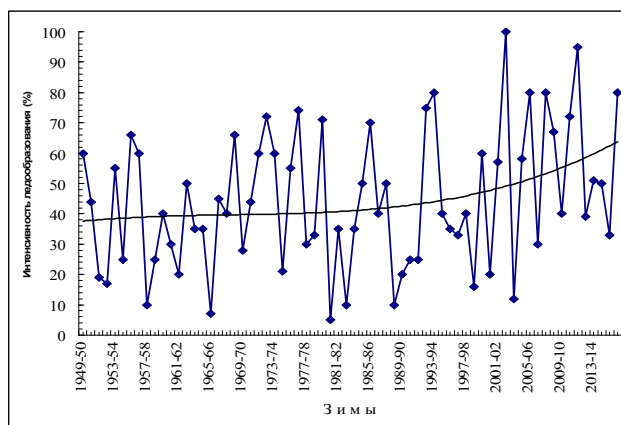


Рис. 4. Интенсивность ледообразования в Азовском море в зимы с 1949 по 2017 г. Черной линией показан тренд в виде полинома третьей степени.

Из рис. 4 видно, что начиная с 1990-х гг. интенсивность ледообразования в Азовском море возросла, так, например, если в 1950-х и 1960-х гг. максимальные увеличения ледовитости между декадами наблюдались в пределах 50–70 %, то в период с 2000 по 2017 г. такие увеличения составляли в отдельные годы уже 90–100 %, что говорит о росте повторяемости очень резких увеличений площади ледяного покрова в последние годы. Таким образом, зима 2016/2017 гг. является наиболее типичной на данном климатическом отрезке.

На рис. 5 представлен ход ледообразования на Азовском море зимой 2016/2017 гг.

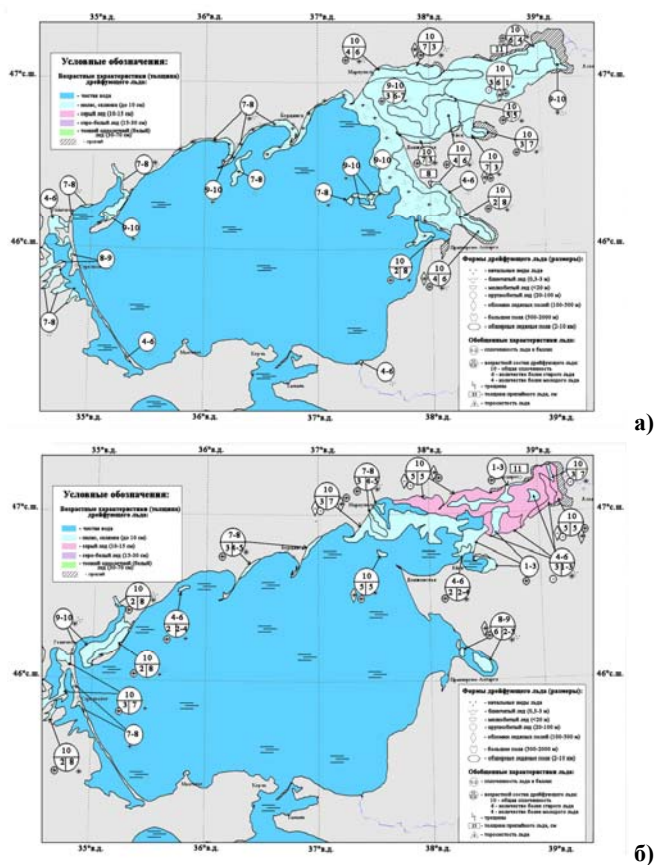


Рис. 5а, б. Ледовые условия в Азовском море зимой 2016/2017 гг.: 26.12.2016 г. (а); 9.01.2017 г. (б).

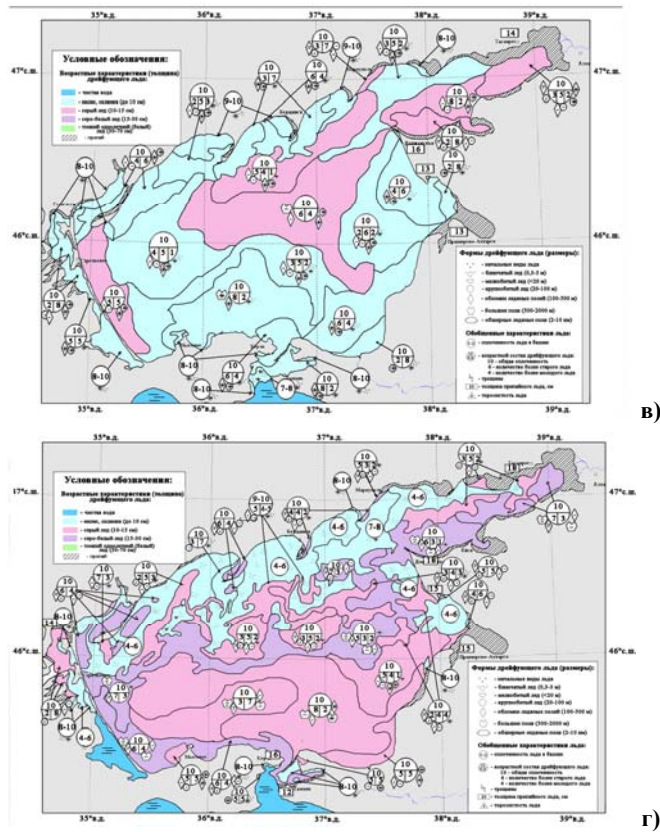


Рис. 5в, г. Ледовые условия в Азовском море зимой 2016/2017 гг.: 3.02.2017 г. (в); 17.02.2017 г. (г).

Активное ледообразование, наблюдавшееся в конце декабря 2016 г. (рис. 5а), приостановилось в начале января 2017 г.; на севере моря в это время преобладал лед начальных видов, nilас и серый. К середине января лед почти на всей акватории моря растаял (рис. 5б). Следующая волна холода в конце января вызвала очень активное ледообразование по всему Азовскому морю, чему способствовали низкие температуры как воздуха, так и воды (рис. 5в). Серый дрейфующий лед (в Таганрогском заливе с включениями серо-белого) появился в первые же дни похолодания на мелководье к югу-западу от косы Долгая. Лед частично образовался на месте, частично был вынесен из Таганрогского залива.

Под воздействием северо-восточного ветра ледяные поля и обломки полей начали смещаться на юго-запад, при этом произошло торошение молодого льда, описанное, в частности, в [4]. Таким образом, на юго-запад моря был вынесен серый и серо-белый лед, сформировавшийся как за счет низкой температуры воздуха, так и за счет торошения. Скорость дрейфа составляла около 2 км/ч, что относится к опасным явлениям. К началу февраля ветер северной четверти усложнил ледовую обстановку в Керченском проливе, когда сформировавшейся на севере и в центре моря дрейфующий серо-белый лед вошел в Керченский пролив (рис. 5г).

Эффект сильного торошения дрейфующего льда отмечался и на изображениях толщины льда в Азовском море, полученных на основе индекса рассеяния льда по измерениям теплового излучения в диапазонах 23 и 31 ГГц в НИЦ "Планета" [1] (рис. 6).

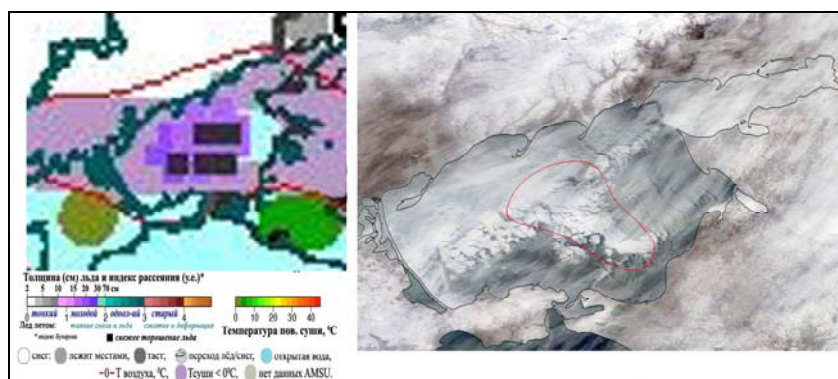


Рис. 6. Распределение индекса рассеяния в Азовском море с зонами свежего торошения дрейфующего льда (затемненные прямоугольники) 3.02.2017 г. (а) и снимок дрейфующего льда в Азовском море с ИСЗ "Тетра" в видимом диапазоне за 1.02.2017 г. (б). Красной линией выделен район с наиболее активным торошением льда.

В результате комплексного воздействия низкой температуры воздуха, ветра северной четверти и течений, а также влияния берега, где торошение было наиболее интенсивным, во второй декаде февраля ледовая обстановка в Керченском проливе осложнилась; скорость дрейфа льда на юге моря составила около 0,3 км/ч, в районе ГМС Опасное – до 0,5 км/ч. По данным ГМС Опасное, находящейся к северо-востоку от Керчи, 10 февраля отмечалось 10 баллов склянки и темного ниласа, а уже 14 февраля, когда зона торосистого серого и серо-белого льда (рис. 6)

достигла района обзора ГМС Опасное, за припаем толщиной 15 см наблюдалось 6 баллов серо-белого дрейфующего льда с грядами торосов. К 16 февраля торосистость прибрежного льда составила 2–4 балла, высота торосов достигала 1 м. Для обеспечения работ в Керченском проливе был задействован буксир "Адмирал Серебряков" класса Ice R3.

На рис. 7 представлена ледовая обстановка в Керченском проливе 14 февраля 2017 года.

Из рис. 7 видно, что на севере Керченского пролива преобладал серый и серо-белый дрейфующий лед, у северного побережья косы Тузла – серый дрейфующий лед с включениями серо-белого, который сформировался не столько за счет низкой температуры воздуха, сколько за счет дрейфа льда с севера и торошения у побережья косы.

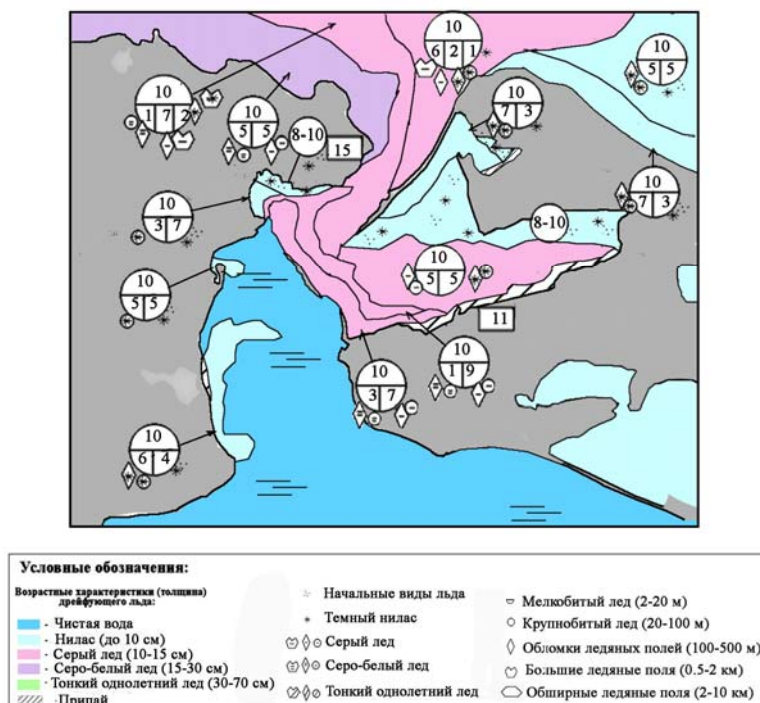


Рис. 7. Ледовая обстановка в Керченском проливе 14.02.2017 г.

Заключение

Ледовые условия в Азовском море зимой 2016/2017 гг. формировались, в частности, под влиянием десяти хорошо выраженных холодных вторжений, связанных с перемещением и усилением над континентом блокирующих антициклонов. Наиболее интенсивное ледообразование, которое охватило и Керченский пролив, началось в результате затока холода в период с 26 января по 3 февраля 2017 г. Под воздействием северо-восточного ветра ледяные поля начали смещаться на юго-запад, при этом произошло торошение молодого льда. По оценкам, скорость дрейфа составляла около 2 км/ч, высота торосов достигала 1 м.

В целом, атмосферные процессы зимой 2016/2017 гг. в регионе Азовского моря были характерны для умеренных зим. В результате учащенного мониторинга с использованием спутниковой информации удалось более детально отследить динамику ледового покрова. Наличие в Керченском проливе серого и серо-белого дрейфующего льда и его торошение осложнило работы, связанные со строительством моста.

Список использованных источников

1. Бухаров М.В. Анализ взаимосвязи индекса рассеяния морского льда с его свойствами // Метеорология и гидрология. 2013. № 1. С. 54–65.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 5. Азовское море // под ред. Н.П. Гоптарева. СПб: Гидрометеиздат, 1991. 236 с.
3. Думанская И.О. Ледовые условия морей Европейской части России. М.; Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2014. 404 с.
4. Зубов Н.Н. Льды Арктики. М.: Изд. Главсевморпути, 1944. 360 с.
5. Федоренко А.В. Интенсивные зимние похолодания в Финском заливе и особенности общей циркуляции атмосферы Северного полушария // Труды Гидрометцентра России. 2016. Вып. 362. С. 155-171.
6. <http://kerch-most.ru/>

Поступила в редакцию 27.04.2017 г.