

Л.А.Петренко

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

МОНИТОРИНГ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2015 – 2016 ГГ.

Проведен анализ ледовых условий Азовского моря зимой 2015 – 2016 гг. на основе данных дистанционного зондирования и материалов прибрежных метеонаблюдений. Выявлено, что ледовые условия моря в рассматриваемый период были обусловлены двумя волнами холода и соответствуют условиям мягких зим.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *мониторинг, ледовые условия, Азовское море.*

Изменчивость ледового режима Азовского моря является следствием общих тенденций изменений климата. Поэтому ежегодный мониторинг ледовых условий моря продолжает оставаться актуальным и представляет интерес как для научной, так и для хозяйственной деятельности [1 – 5].

Географическое положение моря, его мелководность, низкая соленость и подверженность частой смене погодных условий обуславливают высокую изменчивость его ледового режима как на межгодовом масштабе, так и в пределах одного зимнего периода.

Целью работы является исследование ледовых условий Азовского моря в зимний период 2015 – 2016 гг.

Для мониторинга ледовых условий Азовского моря были использованы данные дистанционного зондирования, полученные оптическими сканерами *MODIS TERRA* и *MODIS AQUA* [6] за период с 1 декабря 2015 г. по 28 февраля 2016 г., а также данные наблюдений прибрежных гидрометеостанций в пунктах Таганрог, Мариуполь, Геническ, Мысовое и Приморско-Ахтарск [7]. Для анализа ледовой обстановки было отобрано 28 снимков, свободных от облачности.

Осенний период 2015 г. (предзимье) был чрезвычайно теплым. В сентябре средняя температура воздуха T_a составляла в Таганроге 22,1 °С, в Мариуполе и Геническе 21,4 °С, в Приморско-Ахтарске 22,5 °С, в Мысовом 23 °С. При этом температура поверхности моря T_W уже начала падать из-за низких значений ночной температуры воздуха. На конец месяца температура воды составляла в Мариуполе 19,9 °С при 22,3 °С в начале месяца и максимуме 23,8 °С 6 сентября 2015 г.

8 октября 2015 г. произошло резкое падение температуры воздуха. Ее среднесуточные значения снизились с 14,3 до 3,7 °С в Мариуполе, с 15,9 до 5,5 °С в Геническе, с 16,6 до 5,6 °С в Мысовом. В последующие дни среднесуточные значения температуры воздуха в Таганроге и Мариуполе уже не превышали 9,6 °С, а в Геническе и Мысовом 13 °С. Среднемесячная температура воздуха в октябре в Мариуполе и Таганроге составляла 8,3 °С.

В ноябре 2015 г. температура воздуха претерпевала скачкообразные изменения – похолодания чередовались внезапными потеплениями. Ноябрьская среднемесячная температура воздуха в Мариуполе и Таганроге соста-

вила $5,9^{\circ}\text{C}$ при амплитуде $17,5^{\circ}\text{C}$, в Геническе, Мысовом и Приморско-Ахтарске – около 8°C .

В декабре 2015 г. средняя температура воздуха на северном побережье Азовского моря колебалась около 2°C , а в Приморско-Ахтарске и Мысовом около $3,5^{\circ}\text{C}$. Температура воды к концу месяца понизилась до $2,5^{\circ}\text{C}$ в Мариуполе, $3,2^{\circ}\text{C}$ в Таганроге, $3,6^{\circ}\text{C}$ в Геническе. В Приморско-Ахтарске она составляла $5,2^{\circ}\text{C}$ и в Мысовом $5,6^{\circ}\text{C}$.

29 декабря 2015 г. произошел устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C . Понижение температуры воздуха до отрицательных величин происходило синхронно во всех рассматриваемых пунктах побережья Азовского моря (рис.1, а). На море начался процесс ледообразования.

Ледовые условия моря зимой 2015 – 2016 гг. обусловили две продолжительные волны холода: в конце декабря – начале января (29 декабря 2015 г. – 7 января 2016 г.) и в конце января (19 – 28 января 2016 г.). Первое похолодание было связано с адвекцией холода в тылу атлантического циклона, второе – с вторжением холодного воздуха с отрогом сибирского антициклона (рис.1, б). График изменчивости атмосферного давления сглажен по 5 точкам.

По спутниковым данным первый лед появился 29 декабря 2015 г. в вершине Таганрогского залива, вдоль северного побережья залива и с восточной стороны Белосарайской косы из охлажденных речных вод, распространявшихся по поверхности Таганрогского залива, в результате резкого понижения температуры воздуха, сопровождавшегося выпадением снега, что способствовало процессу ледообразования.

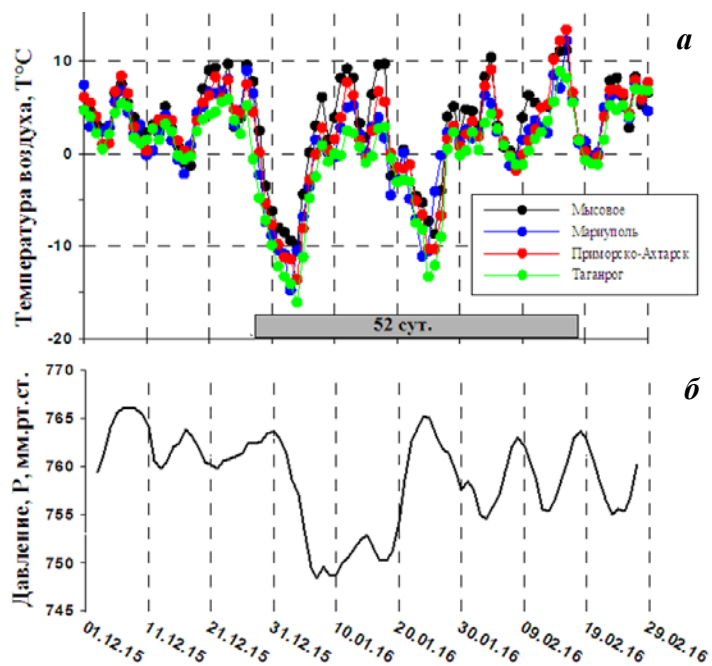
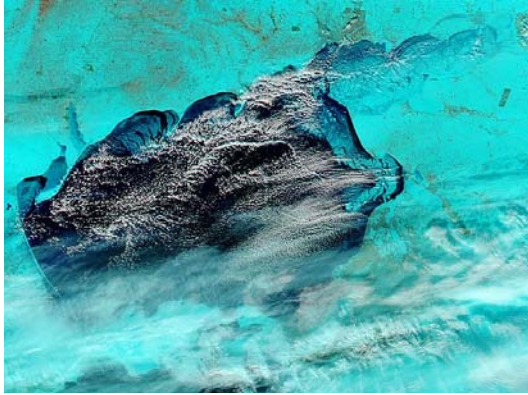
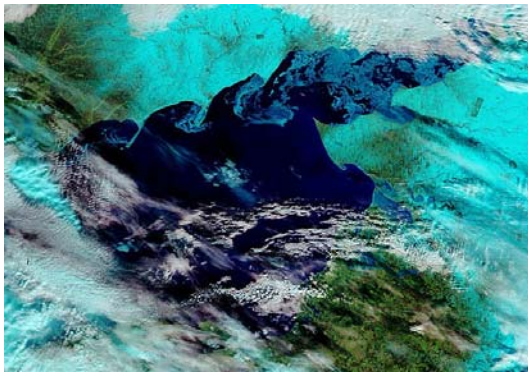


Рис. 1. Изменчивость температуры воздуха на береговых станциях Азовского моря (а) и среднего по морю атмосферного давления (б).



а



б

Рис. 2. Ледовая обстановка на Азовском море 4 января (а) и 11 января (б) 2016 г.

значительное уменьшение количества льда в северных бухтах и его перераспределение под действием западных и северо-западных ветров (рис.2, б). Выход из Утлюкского лимана и его северная часть освободились ото льда. Остатки ледяного поля были прижаты к западному берегу косы. Такая же картина отмечалась и в других бухтах. В Таганрогском заливе наблюдались повсеместно мелкобитый плавучий лед и его скопления с западной стороны кос Кривая и Беглицкая, местами у южного берега залива и у Ейского лимана. В вершине залива сохранялся припай. Процесс таяния льда продолжился до 18 января 2016 г. За это время тающий лед ветром сгоняло от одного берега к другому и выносило в открытое море. Перед началом следующего периода ледообразования лед наблюдался в вершине Таганрогского залива и широкой полосой вдоль его северного берега, а также заполнял практически полностью бухты Белосарайская и Бердянская. Незначительное количество льда в виде припая находилось с западной стороны косы Федотова у Молочного лимана и вдоль западного побережья Утлюкского лимана.

19 января 2016 г. произошло резкое понижение температуры воздуха до отрицательных величин. Начался второй период похолодания, в течение которого температура воздуха понижалась до -20°C в Мариуполе и в Таганроге. Осадки в виде снега в северо-восточной части Азовского моря ускорили

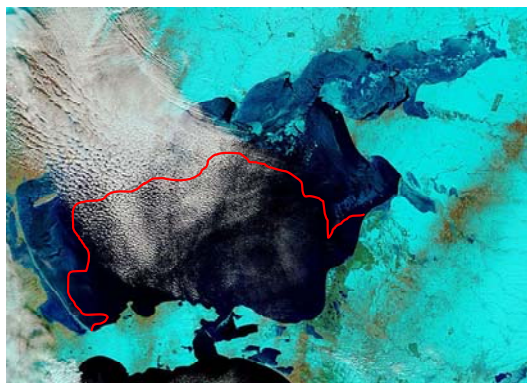
К 4 января 2016 г. весь Таганрогский залив был покрыт неподвижным льдом (рис.2, а). В бухтах у северного побережья Азовского моря начальные формы льда, влекомые восточным ветром, распространялись к западу, не образуя припай. К этому времени практически полностью покрылся льдом Утлюкский лиман. Под действием ветра ледяное поле было разорвано на две части, одну из которых снесло к выходу из лимана у острова Бирючий, а в центре лимана образовалась отжимная полынья.

В Ясенском заливе и у косы Долгой лед дробился волнами и отжимался от берега под действием сильных восточных ветров (10 – 12 м/с), распространяясь в сторону открытого моря.

Со сменой погоды 7 – 8 января 2016 г. процесс ледообразования на акватории Азовского моря сменился таянием. Спутниковые снимки демонстрируют

процесс ледообразования.

К 26 января 2016 г. весь Таганрогский залив и северные бухты Азовского моря покрылись тонким льдом. В бухтах, кроме Утлюкского лимана, наблюдались отжимные припайные полыньи с западной стороны кос из-за ветров восточных румбов. К западу от косы Долгой и вдоль северо-восточного побережья моря также образовалась отжимная полынья с начальными видами льда, за ней – дрейфующий лед. Вдоль Арабатской стрелки лед распространился широкой полосой до п.Стрелково, а далее к югу – тонкой каймой вплоть до Крымского побережья. В Керченском проливе небольшое количество неподвижного тонкого льда образовалось на мелководье с восточной стороны косы Чушка и в вершине Динского залива. На юго-востоке в местах впадения в море рек Кубань и Протока наблюдались узкие прибрежные зоны льда начальных форм (рис.3, а).



а



б

Рис.3. Ледовая обстановка на Азовском море 26 января (а) и 7 февраля (б) 2016 г. Красной линией обозначена граница максимального распространения льда.

Начавшееся 28 января 2016 г. потепление в регионе привело к активному таянию и к образованию с западных сторон кос и у северо-восточного побережья моря скоплений из мелкобитого льда, дрейфующего под действием западных и юго-западных ветров. Вдоль всей Арабатской стрелки наблюдалась чистая вода. На начало февраля Таганрогский залив был еще почти полностью занят льдом. Лишь с восточной стороны косы Долгой образовалась обширная полынья вплоть до Ейска.

Непродолжительное похолодание в конце первой декады февраля сопровождалось сменой направления ветра на восточное, что способствовало выносу льда от восточных берегов в открытое море и резкому ускорению его таяния. Полностью освободилось ото льда восточное побережье моря. В Бердянском и Белосарайском заливах лед прослеживался в незначительных количествах. В Таганрогском заливе дрейфующий лед отнесло к югу, а вдоль северного побережья узкой полосой сохранялся припай. Наблюдался также вынос мелкобитого льда из Таганрогского залива в Азовское море, дрейф остатков которого еще можно было проследить вплоть до Бердянской косы (рис.3, б).

Последующие похолодания, вызывавшие непродолжительные понижения температуры воздуха до $-2 - -3$ °С, были уже недостаточными для возобновления процесса образования льда в Азовском море и Таганрогском заливе.

11 февраля 2016 г. произошел устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха к положительным значениям. Последующие ночные отрицательные значения T_a компенсировались достаточно высокой дневной T_a и не оказывали влияния на процесс ледообразования в Азовском море. Температура воды в море с 7 февраля начала расти и к концу месяца уже достигала в Геническе, Мысовом и Приморско-Ахтарске 4 °С, в Мариуполе 1,7 °С, в Таганроге 2,4 °С.

К середине февраля тающий лед сохранился только в виде узкой полосы с восточной стороны Белосарайской косы и небольшими скоплениями у северного побережья Таганрогского залива. В вершине залива уже была чистая вода.

Полностью Азовское море и Таганрогский залив очистились ото льда 18 февраля 2016 г.

По сумме градусодней мороза (137 в среднем по 4-м береговым станциям Таганрог, Мариуполь, Приморско-Ахтарск, Керчь) для региона Азовского моря зиму 2015 – 2016 гг. можно отнести к мягким (< 200). Ледовый период с 29 декабря 2015 г. по 18 февраля 2016 г. составил 52 суток. Максимальное распространение льдов по акватории Азовского моря было отмечено 26 и 27 января 2016 г. Самым холодным месяцем был январь с отрицательными значениями среднемесячной температуры воздуха – 4 °С в Таганроге и Мариуполе, – 2,3 °С в Геническе, – 1,8 °С в Приморско-Ахтарске, и только в Мысовом среднемесячное значение составило + 0,4 °С.

Зимой 2015 – 2016 гг. над регионом Азовского моря отсутствовали характерные для этого сезона продолжительные шторма с ветрами восточного и северо-восточного направления. Максимальные зарегистрированные порывы ветра не превышали 12 м/с, тогда как в другие годы в это время максимумы могли достигать значений 35 – 40 м/с [1]. Наряду с преобладающими ветрами восточного и западного направлений отмечалась повышенная, по сравнению с климатической, активность ветров южных румбов, которые приводили к дополнительному поступлению тепла в Азовское море через Керченский пролив с черноморским потоком.

Перемещение льдов в акватории моря происходило главным образом под действием ветра и, в несколько меньшей степени, течений.

В целом зима 2015 – 2016 гг. на Азовском море по особенностям ледовых условий продолжает череду мягких зим, наблюдавшихся с начала текущего века (2003 – 2004, 2006 – 2007, 2012 – 2013 гг.).

Работа выполнена в рамках темы государственного задания по теме № 0827-2014-0011 «Исследования закономерностей изменений состояния морской среды на основе оперативных наблюдений и данных системы диагноза, прогноза и реанализа состояния морских акваторий» (шифр «Оперативная океанография»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гидрометеорологические условия морей Украины*. Т.1. Азовское море.– Севастополь: Морское отделение УкрНИГМИ, 2009.– 402 с.
2. *Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргона Ю.М., Дашкевич Л.В.* Замерзание Азовского моря и климат в начале XXI века // Вестник Южного научного центра РАН.– 2010.– т.6, № 1.– С.33-40.
3. *Боровская Р.В.* Ледовые условия в Азовском море и их связь с био- и рыбопродуктивностью // Системы контроля окружающей среды.– Севастополь, 2006.– вып.6.– С.220-223.
4. *Боровская Р.В., Лексикова Л.А.* О возможности использования спутниковой информации в исследовании Азово-Черноморского бассейна // Труды Южного научно-исследовательского центра морского рыбного хозяйства и океанографии.– 2008.– т.46, № 1.– С.138-144.
5. *Федоренко А.В.* Исследование связи между атмосферными процессами над Скандинавским полуостровом и ледовыми условиями на Азовском море // Труды Гидрометцентра России.– 2011.– вып.345.– С.105-117.
6. <https://lance.modaps.eosdis.nasa.gov/>
7. <http://climexp.knmi.nl/>

Материал поступил в редакцию 21.03.2017 г.

L.A.Petrenko

MONITORING OF ICE CONDITIONS OF THE AZOV SEA IN WINTER 2015 – 2016

The monitoring of the Azov sea ice conditions in winter 2015 – 2016 on the basis of remote sensing data and coastal meteorological observations was conducted. It was revealed that the ice conditions of the Sea of Azov during the period under review was caused by two cold waves and correspond to conditions of mild winters.

KEYWORDS: monitoring, ice conditions, the Sea of Azov