

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗАМОРНЫХ ЯВЛЕНИЙ В АЗОВСКОМ МОРЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2013 Г.

А. Т. Кочергин, Л. В. Крискевич, Р. В. Боровская

ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
e-mail: kochkerch@mail.ru

По материалам экспедиционной океанографической съемки с 9 июня по 13 августа 2013 г. в северо-восточной части Азовского моря по программе мониторинга заморы ЮгНИРО и наблюдений всего Азовского моря с искусственных спутников Земли серии NOAA в формате АРТ в видимом и инфракрасном диапазоне за июнь-август 2013 г. проведен анализ океанографических ситуаций в летний период 2013 г. в Азовском море. В процессе исследования анализировались температура воды, содержание кислорода и окисляемость в поверхностном и придонном слое, ветровая деятельность и ее воздействие на океанографическую обстановку, причины вероятности возникновения предзаморных и заморных явлений, а также характерные для каждого из летних месяцев спутниковые снимки поверхностной температуры воды. Дана оценка связи океанографических параметров с ветровой деятельностью и вероятностью развития предзаморных и заморных явлений. Установлено, что на исследуемой акватории подобные ситуации наиболее часто проявляются в июле, который характеризуется относительно низкими скоростями ветра, средне выраженной стратификацией вод и аномально низким содержанием кислорода в придонном слое. В августе интенсивная ветровая деятельность и усилившееся перемешивание вод привели к ослаблению вертикальной стратификации, улучшению аэрации придонного слоя и уменьшению вероятности возникновения предзаморных и заморных ситуаций. По результатам анализа спутниковых снимков, наиболее опасными для возникновения исследуемых явлений были западные и центральные районы моря в июне, в июле – практически вся акватория моря, в августе – западная и северо-восточная его часть.

Ключевые слова: Азовское море, солнечная активность, температура воды, содержание кислорода, окисляемость, ветровая деятельность, спутниковые снимки, заморные процессы

ВВЕДЕНИЕ

Предзаморные и заморные ситуации возникают в Азовском море практически ежегодно и имеют крайне динамичные пространственно-временные масштабы – от нескольких до десятков километров и от нескольких часов до нескольких суток. Переход от предзаморной ситуации к заморной и обратно может происходить достаточно резко, в течение нескольких часов со сменой локализации участков замора. Большое значение при этом имеет стратификация вод, ветровая деятельность, инсоляция и интенсивность окислительно-восстановительных процессов.

Ранее [1] отмечалось, что с 1988 по 2001 г. более активные и обширные заморные процессы в летние месяцы наблюдались в нечетные годы, особенно в 1989, 1991 и 2001 гг., а именно годы высокой солнечной активности и преобладания антициклонального типа барического поля над Азово-Черноморским бассейном.

В последнее десятилетие заморы проявлялись почти ежегодно, но с меньшей интенсивностью. До середины 2000-х годов наиболее часто предзаморные и заморные ситуации возникали во второй

половине летнего периода, когда над акваторией устанавливался антициклон и превалировала тихая, солнечная погода, усиливался прогрев вод и их стратификация. В последующие годы предзаморные и заморные ситуации наблюдались как в первой, так и во второй половине летнего сезона, а с 2010 г. – преимущественно в первой половине лета.

Локализация предзаморных и заморных явлений в Азовском море: до 2001 г. заморы прослеживались главным образом в заливах северного побережья и в глубоководной части Азовского моря, с 2001 г. наблюдалось расширение их локализации, включая крымское побережье и Арабатский залив [1, 2].

Целью настоящих исследований является оценка степени влияния гидрометеорологических условий на вероятность заморных явлений в Азовском море в летний период 2013 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве исходных данных были использованы материалы экспедиционной океанографической съемки на СЧС «Войковец» с 9 июня по 13 августа 2013 г. в северо-восточной части Азовского моря по программе мониторинга заморы ЮгНИРО, а также снимки всего Азовского моря с искусственных спутников Земли (ИСЗ) серии NOAA в формате АРТ в видимом и инфракрасном диапазоне за июнь-август 2013 г. Снимки приняты Национальным космическим агентством «Морской портал», а также японской станцией «Su-8» фирмы «Fuguro» с помощью программы WXtoImg, установленной в ЮгНИРО (г. Керчь).

Дешифровка спутниковых снимков для выявления возможных зон гипоксии, предзаморных и заморных явлений проводилась на основании существующих методик [1, 3, 4].

В процессе исследования анализировались температура воды (T°), содержание кислорода (O_2) и окисляемость (Окисл) в поверхностном и придонном слое, ветровая деятельность и ее воздействие на океанографическую обстановку, вероятность возникновения предзаморных и заморных явлений, а также характерные для каждого из летних месяцев спутниковые снимки поверхностной температуры воды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

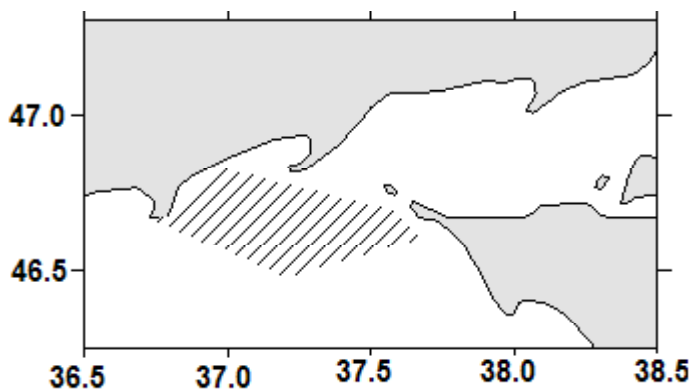


Рис. 1 Район работ по мониторингу заморных ситуаций в июне-августе 2013 г.

В летний период 2013 г. океанографические исследования проводились в северо-восточной части Азовского моря (рис. 1).

Значения океанографических параметров, полученных в результате выполнения съемок, представлены в табл. 1.

Океанографические наблюдения показали, что в северо-восточной части Азовского моря в исследуемый период температура воды в поверхностном и придонном слоях имела небольшую амплитуду изменчивости от 22,50 до 25,83 °С (табл. 1). Минимальные значения отмечались в июне (в начале периода прогрева вод), максимальные – в июле. В августе, в результате прохождения холодных фронтов, максимальные температуры понизились на 0,73-0,82 °С.

Температурная разница между поверхностью и дном была относительно невелика и уменьшалась по мере прогрева и перемешивания вод от 1,29 °С в июне до 0,52 °С в июле и 0,32 °С в августе. Наибольшая стратификация вод отмечалась в июне, наиболее слабая – в августе. В августе, в результате ветрового перемешивания всей толщи (среднемесячная скорость ветра – 7,0 м/с, отклонение от нормы плюс 1,5 м/с – табл. 2), сформировался практически однородный слой.

Таблица 1

Температура, содержание кислорода, окисляемость воды в июне-августе 2013 г.

Глубина	Июнь			Июль			Август		
	Т, °С	О ₂ , мл/л	Окисл, мг/л	Т, °С	О ₂ , мл/л	Окисл, мг/л	Т, °С	О ₂ , мл/л	Окисл, мг/л
0 м	22,72-	5,03-	3,72-	24,04-	2,84-	3,45-	24,48-	5,06-	3,91-
	25,80	6,12	3,97	25,83	5,98	4,31	25,10	6,41	4,23
Дно	22,50-	3,68-	3,38-	23,98-	2,70-	3,34-	24,40-	4,81-	3,56-
	25,41	5,78	3,89	25,80	5,23	4,63	24,98	6,04	4,07

Таблица 2

Скорость ветра (м/с) в июне-августе (г. Керчь)

Показатели	Июнь	Июль	Август
Минимум	3	2	4
Максимум	8	8	10
Среднее	5,8	6,2	7,0
Среднемесячные климатические нормы (1992-2014 г.)	4,9	5,1	5,5
Аномалии среднемесячной скорости ветра	0,9	1,1	1,5

Наиболее опасная предзаморная ситуация наблюдалась в июле при наличии локального прогрева вод более 25 °С, содержании кислорода в слое 0-дно менее 3 мл/л и относительно слабой, по сравнению с августом, ветровой деятельности (среднемесячная скорость ветра – 6,2 м/с, отклонение от нормы плюс 1,1 м/с – табл. 2).

Среднемесячная температура воды в слое 0-дно имела в основном положительные отклонения от нормы на 0,16-2,05 °С: минимальные в августе, максимальные в июне. Только в августе, в результате ночного выхолаживания, среднемесячная поверхностная температура была ниже нормы на 0,15 °С (табл. 3).

Таблица 3

Среднемесячные значения температуры воды (Т, °С) и ее аномалий (Т_а, °С), содержания кислорода (О₂, мл/л) и его аномалий (О_{2а}, мл/л) в июне-августе 2013 г.

Глубина	Июнь				Июль				Август			
	Т, °С	Т _а , °С	О ₂ , мл/л	О _{2а} , мл/л	Т, °С	Т _а , °С	О ₂ , мл/л	О _{2а} , мл/л	Т, °С	Т _а , °С	О ₂ , мл/л	О _{2а} , мл/л
0	24,02	1,67	5,60	-0,57	25,06	0,35	4,60	-1,48	24,78	-0,15	5,51	-0,90
Дно	23,68	2,05	4,94	-0,73	24,84	0,68	4,20	-1,05	24,69	0,16	5,21	-0,32

Содержание кислорода в слое поверхность-дно в исследуемый период имело относительно широкие пределы изменчивости – от 2,70 до 6,41 мл/л. Минимум кислорода отмечен в июле в придонном слое (табл. 1).

Среднемесячные аномалии концентрации кислорода во всей толще вод были отрицательными и составляли (-0,32)-(-1,48) мл/л (табл. 3). Минимальные предзаморные значения содержания кислорода (2,84 мл/л на поверхности и 2,70 мл/л у дна) наблюдались в середине июля. Благодаря волновому перемешиванию вод удалось избежать развития значимой заморной ситуации. Число дней с объявленной предзаморной ситуацией в северных заливах Азовского моря не превысило 4.

Окисляемость за весь период наблюдений была близка к норме и изменялась в пределах 3,34-4,63 мг/л.

Результаты дешифровки характерных для каждого из летних месяцев спутниковых снимков с высоким пространственно-временным разрешением дали возможность информационной засветки Азовского моря в целом, позволили по температурным контрастам [2] определить предполагаемые зоны заморозов для его акватории.

В конце июня районами с высоким риском возникновения предзаморной ситуации являлись центральные районы моря (температура воды 27,5-28,0 °С) и западная часть, где на отдельных участках температура воды превышала 29 °С (рис. 2 А).

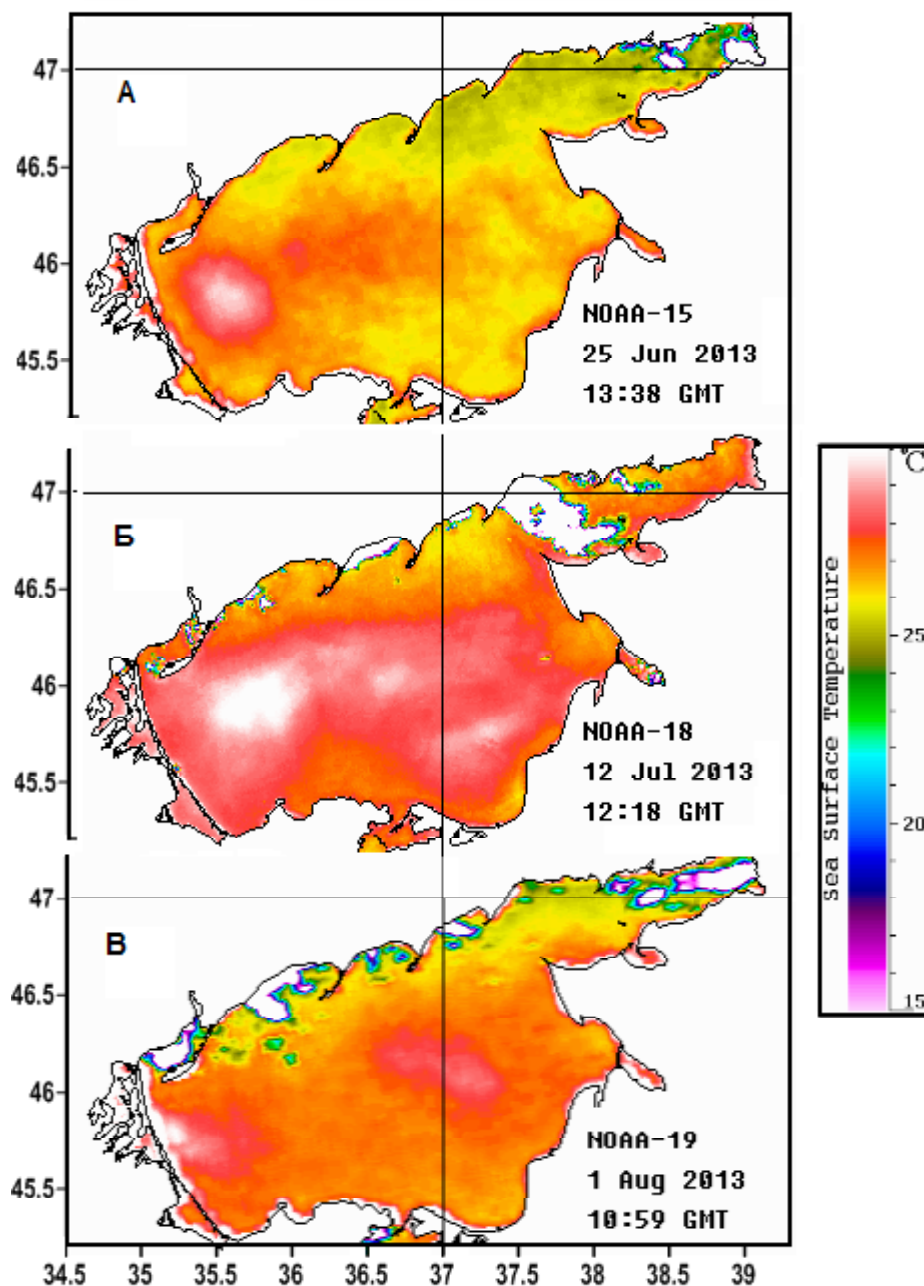


Рис. 2 Поля температуры, характерные для июня-августа 2013 г., по данным ИСЗ

Наиболее сложная ситуация складывалась в середине июля. В отдельные дни при скорости ветра 4-5 м/с практически вся акватория моря прогревалась до 28,5-29 °С (рис. 2 Б), за исключением северных бухт и незначительных участков на юге и юго-востоке моря, где температура воды была достаточно высокой (25,0-26,0 °С), но ниже, чем по всему морю. В этот период на отдельных участках северо-восточной части Азовского моря, где проводились экспедиционные исследования, прослеживались низкие (менее 3 мл/л) предзаморные концентрации кислорода у дна (табл. 1).

В начале августа также был достаточно высокий риск для развития предзаморных и заморных ситуаций. В таких районах, как западная и северо-восточная части моря, температура воды достигала 27,0-28,5 °С (рис. 2 В).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования позволили выявить, что развитие предзаморных и заморных ситуаций на исследуемой акватории наиболее часто проявляются в июле, который характеризуется низкими скоростями ветра относительно августа, средне выраженной стратификацией вод и аномально низким содержанием кислорода в придонном слое.

В августе интенсивная ветровая деятельность и усилившееся перемешивание вод привели к ослаблению вертикальной стратификации, улучшению аэрации придонного слоя и уменьшению вероятности возникновения предзаморных и заморных ситуаций.

По результатам анализа спутниковых снимков, наиболее опасными для возникновения предзаморных и заморных ситуаций являлись в июне западные и центральные районы Азовского моря, в июле – практически вся акватория моря, в августе – западная и северо-восточная его часть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровская Р.В., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Лексикова Л.А. 2005. Связь придонной гипоксии и заморов рыбы в прибрежной части Азовского моря // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины. С. 320-328.
2. Кочергин А.Т., Крискевич Л.В. 2010. Океанографический мониторинг заморов в Азовском море // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАНУ. Вып. 14. С. 222-224.
3. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей. 1987 / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Л.: Гидрометеоиздат. С. 59-100.
4. Стехновский Д.И., Васильев К.П. 1976. Справочник по навигационной гидрометеорологии. М.: Транспорт. С. 93-120.

Поступила 10.03.15 г.

Hydrometeorological conditions and their impact on the occurrence probability of fish kill phenomena in the Azov Sea during the summer season of 2013. A. T. Kochergin, L. V. Kriskevich, R. V. Borovskaya. *Based on the data from the expeditionary oceanographic survey to the North-Eastern Azov Sea, conducted as a part of suffocation monitoring program from 9 June to 13 August 2013, and satellite observations of the whole Azov Sea from June to August 2013 (NOAA series, APT format), analysis of oceanographic situation during the summer season of 2013 in the Azov Sea was carried out. During the research period, data on water temperature, oxygen content and oxygen demand in the surface and near-bottom layers, wind velocity and its impact on oceanographic conditions, and causes for suffocation development were assessed. Correlation between oceanographic parameters and wind velocity and the probability of fish kill and pre-kill phenomena occurrence is estimated. It is determined that July, characterized by relatively low wind speed rates, moderate water stratification and abnormally low oxygen content in the bottom layer, was potentially and actually the most dangerous for such scenarios. In August, intensive wind activity and increased water mixing resulted in a weaker vertical stratification, better aeration of the near-bottom layer and the decrease of suffocation probability. The satellite imagery analysis allowed to conclude that in June most dangerous zones for fish kill and pre-kill phenomena were western and central areas, in July – the whole territory of the Azov Sea, and in August – western and north-eastern parts of the sea.*

Keywords: Azov Sea, solar activity, surface temperature, water column, oxygen content, oxygen demand, wind velocity, satellite images, fish kill phenomena, hypoxia, water stratification