

**Водные биоресурсы и среда обитания**

2020, том 3, номер 4, с. 25–34

<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)

doi: 10.47921/2619-1024\_2020\_3\_4\_25

ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



**Aquatic Bioresources & Environment**

2020, vol. 3, no. 4, pp. 25–34

<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)

doi: 10.47921/2619-1024\_2020\_3\_4\_25

ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 551.579+551.46 (262.54)

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КЕРЧЕНСКОЙ БУХТЫ В 2017–2019 ГГ.

© 2020 А. Т. Кочергин, Р. В. Боровская

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),  
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия  
E-mail: kochergin\_a\_t@azniirkh.ru*

**Аннотация.** На основе еженедельных гидрометеорологических наблюдений за 2017–2019 гг., выполненных в Керченской бухте, проведен сравнительный анализ изменчивости среднемесячных значений температуры приземного воздуха и поверхности воды, ветровой активности и волнения, прозрачности, солёности верхнего слоя воды с 2007–2009 гг., а также вышеуказанных периодов с аналогичными условиями второй половины XX и начала XXI в. За последнее десятилетие отмечена тенденция увеличения количества жарких летних дней и уменьшения зимних морозных, и наблюдался рост солёности воды с существенным ее повышением с 10,7–12,8 до 14,5–17,6 ‰, связанным как со снижением пресного речного стока в Азовское море, так и с увеличением испарения при повышенной температуре воды. Наблюдалось превалирование отрицательных аномалий скорости ветра и смена отрицательного тренда в первый период на положительный — во второй. Вследствие ограниченной длины разгона среднемесячная высота волны в бухте за весь период наблюдений 2017–2019 гг. не превышала 0,9 м. Прослеживалось совпадение положительных трендов высоты волны и скорости ветра. В этот же период ежегодный максимум прозрачности приходился на летнее время, минимум — на различные месяцы других сезонов.

**Ключевые слова:** Керченская бухта, ветровая активность, температура воздуха, температура воды, солёность, волнение, прозрачность, аномалии

## HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF THE KERCH BAY IN 2017–2019

A. T. Kochergin, R. V. Borovskaya

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”),  
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Rostov-on-Don 344002, Russia  
E-mail: borovskaya\_r\_v@azniirkh.ru*

**Abstract.** Based on the data from weekly hydrometeorological observations, conducted in the Kerch Bay in 2017–2019, comparative analysis of variability in average monthly values of surface air and water temperatures, wind activity and wave action, water transparency, and salinity of the upper water layer with those recorded in

2007–2009 has been conducted; these two time ranges have been also compared with similar conditions of the second half of the 20<sup>th</sup> century and the beginning of the 21<sup>st</sup> century. During the recent decade, a trend of the increase in the amount of hot summer days and the decrease of freezing winter ones was recorded, as well as the raise of water salinity by a significant measure, from 10.7–12.8 to 14.5–17.6 ‰, resulting from the reduction of freshwater river flow into the Azov Sea and increased evaporation due to higher water temperature. Prevailing negative anomalies of wind speed were observed, as well as the change of the negative trend in the first time range to the positive trend in the second one. Due to the limited fetch distance, average monthly wave height in the bay over the course of entire 2017–2019 observations did not exceed 0.9 m. Correspondence between positive trends of wave height and wind speed was recorded. During the same period, the annual maximum of transparency coincided with the summer season, whereas the annual minimum fell on different months of the other seasons.

**Keywords:** Kerch Bay, wind activity, air temperature, water temperature, salinity, wave action, water transparency, anomalies

## ВВЕДЕНИЕ

Керченский пролив является естественным трансграничным коридором, обеспечивающим взаимодействие двух морских экосистем — Азовско-го и Черного морей. Океанологические исследования пролива в виде контактных наблюдений начались еще в конце XIX в. С конца XX столетия в исследовании Керченского пролива стали применяться современные дистанционные методы зондирования, положившие начало новой эпохе в его изучении.

Акватория Керченского пролива, включая непосредственно Керченскую бухту, традиционно активно используется в различных формах хозяйственной деятельности. В первую очередь это судоходство, углубление фарватера, строительство дамбы и моста, рыбный промысел. Такое широкомасштабное использование акватории и ресурсов, несомненно, необратимо воздействует на экосистему водоема и сопровождается трансформацией ее компонентов [1, 2].

Керченская бухта является частью пролива и вдается в его западный берег между мысом Белый и находящимся в 2,7 милях к северо-востоку от него мысом Змеиный. Бухта мелководна, глубины в ней менее 5 м. Для подхода судов к порту Керчь и Рыбному порту прорыт канал.

В Керченскую бухту впадает три реки: с западного берега — небольшая пересыхающая речка Джарджава, с северо-западного — речки Мелек-Чесме и Восточный Булганак (впадает в акваторию порта Керчь).

Мыс Белый (45°19' с. ш., 36°30' в. д.) — западный входной мыс Керченской бухты. На расстоянии 5–6,5 км от м. Белый в пределах отмели с глубинами менее 5 м разбросаны группы подводных камней. Мыс Змеиный (45°21' с. ш., 36°33' в. д.)

находится в 1,1 милях к востоку, юго-востоку от м. Карантинный и является восточным входным мысом Керченской бухты. От берега, расположенного непосредственно к востоку от мыса Змеиный, на 2 км к югу простирается риф с глубинами менее 1,4 м. Мыс Карантинный (45°21' с. ш., 36°31' в. д.) незначительно выступает от северо-восточного берега Керченской бухты. Берег в районе мыса обрывистый, вблизи него лежат большие камни. С северо-западной стороны мыса глубина моря составляет 2 м.

В вершине Керченской бухты расположен порт Керчь, состоящий из двух бассейнов, разделенных Широким молотом. Керченский подходный канал прорыт от Еникальского колена Керчь-Еникальского канала, глубина которого по оси составляет 8,3 м. Влево от него (на расстоянии 9,5 км от Широкого мола) ответвляется канал, ведущий в Керченский рыбный порт [3].

Многолетние исследования Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии позволили дать рыбохозяйственную характеристику водных объектов данного района, а также среды их обитания. Из недавних работ такого рода можно отметить обобщения, выполненные сотрудниками до 2011 г., практически перед началом строительства мостового перехода через Керченский пролив [4–6]. Однако последующие годы (2011–2016 гг.) характеризуются большими климатическими аномалиями, проявляющимися в изменении атмосферной циркуляции, температуры воздуха и ветровой деятельности, теплового фона воды, ледового режима и циркуляции вод [7, 8]. Такие изменения в первую очередь влияют на экосистему мелководных бассейнов, к которым относится Керченская бухта, поэтому целью работы стало изучение гидрометеорологических условий и их

изменение на отдельных этапах второй половины XX в. – первых двух десятилетий XXI в.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для исследований послужили данные еженедельного мониторинга гидрометеорологических условий Керченской бухты (причал в районе административного здания Отдела «Керченский», г. Керчь) (рис. 1) в период с апреля 2017 по сентябрь 2019 г., проводившегося один раз в неделю в 09:00.

Наблюдения включали определение температуры воздуха (с помощью психрометра) и поверхности воды (поверхностным термометром ТМ-10), прозрачности диском Секки, высоты волны (визуально), направления (по компасу) и скорости приземного ветра (с помощью анемометра). Отбирались пробы воды для определения солености поверхностного слоя. В лабораторных условиях соленость определялась на электросолемере ГМ-2007. С помощью аппаратно-программного комплекса ELEKTROSOLEMER, непосредственно входящего



**Рис. 1.** Район проведения гидрометеорологического мониторинга (причал в районе административного здания Отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО»)

**Fig. 1.** Area of hydrometeorological monitoring (a berth near the administrative building of the Kerch Department of the Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO”)

в комплектацию прибора, проводился перерасчет условной плотности воды в соленость (промилле).

По сформированному массиву репрезентативных данных срочных гидрометеорологических наблюдений, согласно методам математической статистики, принятым в гидрометеорологии и океанографии, были рассчитаны основные статистические показатели стационарных компонент временных рядов (среднемесячные значения и экстремумы температуры воздуха и воды, солености, скорости ветра и высоты волны, а также их тренды) [9]. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программного пакета LibreOffice Calc.

Для анализа произошедших за последнее десятилетие изменений гидрометеорологических условий Керченской бухты привлекались среднемесячные значения температуры воздуха и поверхности воды, скорости и направления приземного ветра с сайта [gr5.ru](http://gr5.ru) (ООО «Расписание погоды», г. Санкт-Петербург), ежедневные данные с сервера международного обмена NOAA (США) за период с апреля 2007 по сентябрь 2009 г., ежеквартальные значения солености за этот же период, представленные в [2], данные многолетних гидрометеорологических наблюдений за 1956–2007 гг., приведенные в [9].

Методика исследования основана на построении и анализе графиков межгодового хода за 2007–2009 гг. и периода 2017–2019 гг., когда наиболее заметен эффект изменения климатических условий [7, 8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Температура приземного воздуха.* Как в 2007–2009 гг., так и через десятилетие — в 2017–2019 гг. — наблюдался близкий характер внутригодовой изменчивости среднемесячной температуры воздуха с внутригодовой амплитудой 25,1 °С (1,0–26,1 °С) в первый период и 26,1 °С (0,4–26,5 °С) — во второй (рис. 2). Внутригодовая амплитуда температуры воздуха в оба периода в связи с мягкими зимами была значительно меньше, чем в предшествующий 2007 г. период (1956–2007 гг.), когда она достигала 57,0 °С [9].

Средние значения среднемесячных зимних температур воздуха с 2007 г. по настоящее время не опускались ниже 2,10 °С, тогда как в предшествующий пятидесятилетний период они составляли 1,17 °С с наблюдавшейся тенденцией сокращения числа морозных дней. Если количество жарких летних дней (с температурой выше 25 °С) в 70-е гг. про-

шлого столетия на юге Азовского моря составляло 16, то в начале XX века оно достигало 48 дней [9]. Такая же тенденция сохранилась в Керченской бухте и позже, когда ежегодное количество таких дней в 2007–2009 гг. составило 39, а в 2017–2019 гг. возросло до 48.

В оба периода в 21–25 месяцах из 30 наблюдаемых преобладали положительные аномалии среднемесячной температуры воздуха, находившиеся в диапазоне минус 1,4 – плюс 5,0 °С в первом периоде и минус 1,7 – плюс 4,9 °С — во втором.

Межгодовой тренд среднемесячной температуры приземного воздуха в наблюдаемые годы слабо отрицательный для первого периода и слабо положительный — для второго (рис. 2).

*Температура поверхности воды.* Среднемесячная температура воды в периоды 2007–2009 и 2017–2019 гг. имела разную амплитуду внутригодовой изменчивости — 25,8 °С (0,8–26,6 °С) и 22,9 °С (3,4–26,3 °С), соответственно (рис. 2).

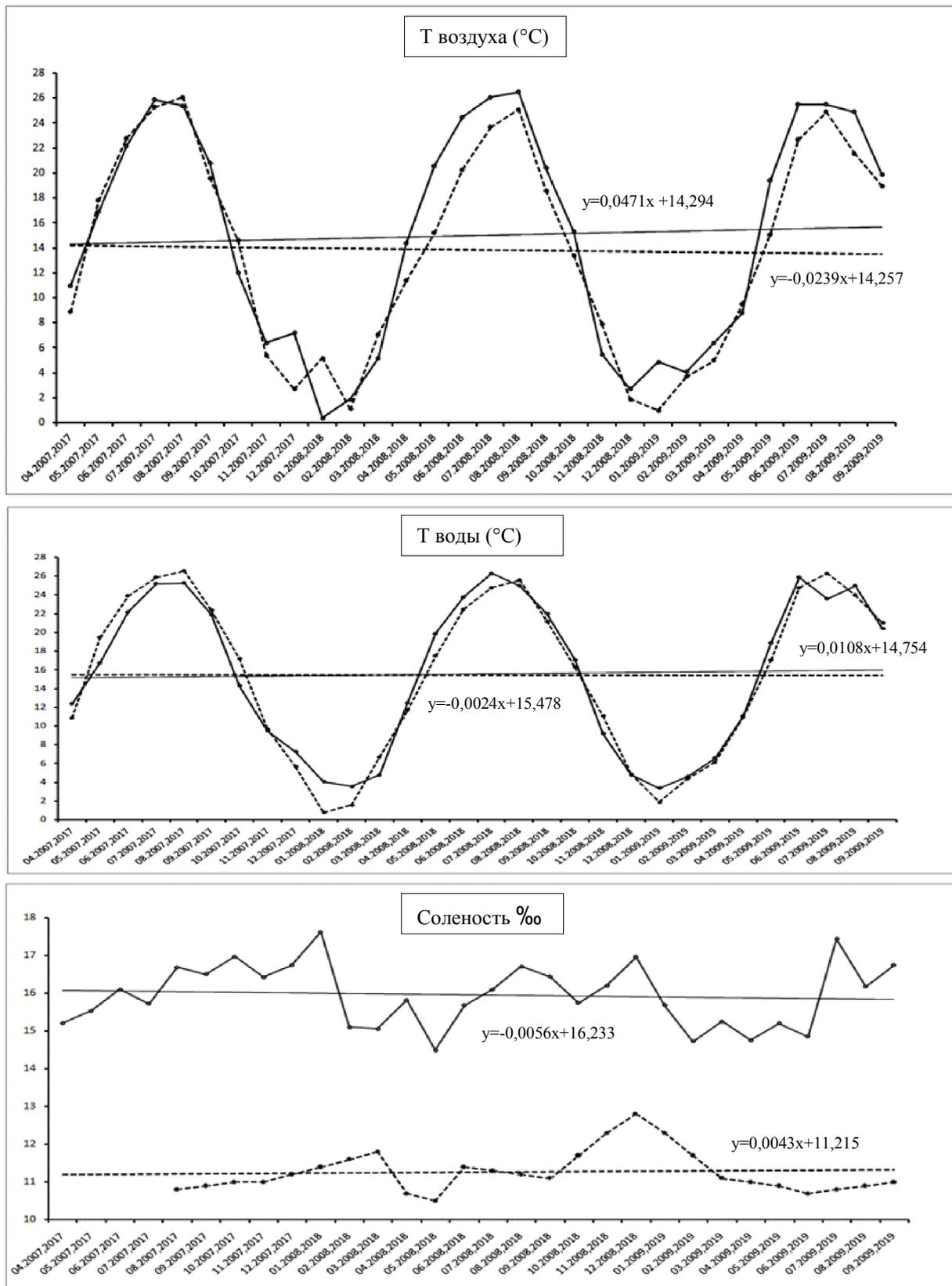
При близких значениях летних максимумов (26,6 и 26,3 °С) в оба периода минимум в первый был ниже (0,8 °С), чем во второй (3,4 °С), т. е. тепловой фон в бухте в зимний сезон стал выше.

По сравнению с многолетними наблюдениями 1949–2007 гг. [9], в наблюдаемые годы амплитуда внутригодовых колебаний температуры поверхности воды стала ниже в первый период на 3,3 °С за счет снижения летних значений, во второй — на 6,2 °С в связи с ростом зимних значений и уменьшением летних.

В оба периода отмечалось значительное преобладание положительных среднемесячных аномалий температуры воды (27–28 случаев из 30), достигавших значений 4,0–4,6 °С, отрицательных — до 1,2 °С.

Обращает на себя внимание почти совершенная синхронность внутригодового хода среднемесячных температур воздуха и воды при слабой выраженности их трендов.

*Соленость поверхностного слоя.* За последнее десятилетие среднемесячная соленость Керченской бухты показала существенный рост, что согласуется с резким ростом солености в предпроливном районе Азовского моря и в море в целом в это время [10, 11]. Если в 2007–2009 гг. ее значения находились в пределах 10,7–12,8 ‰ (среднемесячные аномалии минус 0,6–2,4 ‰), то в 2017–2019 гг. — 14,5–17,6 ‰ (среднемесячные аномалии плюс 2,0–4,7 ‰). В первый период знак тренда слабо положительный, во второй — слабо отрицательный (рис. 2).



**Рис. 2.** Среднемесячные значения температуры воздуха и поверхности воды, солености верхнего слоя, их тренды (сплошные линии — 2017–2019 гг., точечные — 2007–2009 гг.)

**Fig. 2.** Average monthly values of air and water surface temperatures, salinity of the upper water layer, and their trends (full lines for 2017–2019; dotted lines for 2007–2009)

Причиной современного осолонения является наблюдаемое в последнее десятилетие снижение стока р. Дон на фоне увеличения испарения, связанного с повышением температур. Так, сток р. Дон в период 2007–2017 гг. снизился до 1–17 км<sup>3</sup>/год, с минимумом в 2015 г. – 10,5 км<sup>3</sup>/год, в 2017 г. — 13,3 км<sup>3</sup>/год [8].

Слабо отрицательный тренд солености в бухте в период 2017–2019 гг. частично связан с тенденцией роста скорости ветра и преобладания ветров северных румбов, усиливающих течения из Азовского моря (рис. 2). Такой тренд проявился несколько ранее прогнозируемого с 2020 г. срока снижения солености в Азовском море [12].

**Ветровая деятельность.** В периоды 2007–2009 и 2017–2019 гг. среднемесячная скорость ветра в Керченской бухте изменялась в широких пределах — 3,3–5,7 (средняя 4,4) и 2,1–8,3 (средняя 4,4) м/с, соответственно (рис. 3).

В первый и второй периоды преобладали отрицательные аномалии скорости ветра (21–25 случаев из 30), достигавшие значений 1,4 и 3,0 м/с, соответственно. В первый период проявлялась незначительная тенденция снижения, совпадающая с литературными сведениями об аналогичном характере уменьшения ветровой активности на азовском побережье с конца 1980-х гг. и до начала XXI в. [11, 13–15]. Во второй период произошла смена тренда на положи-

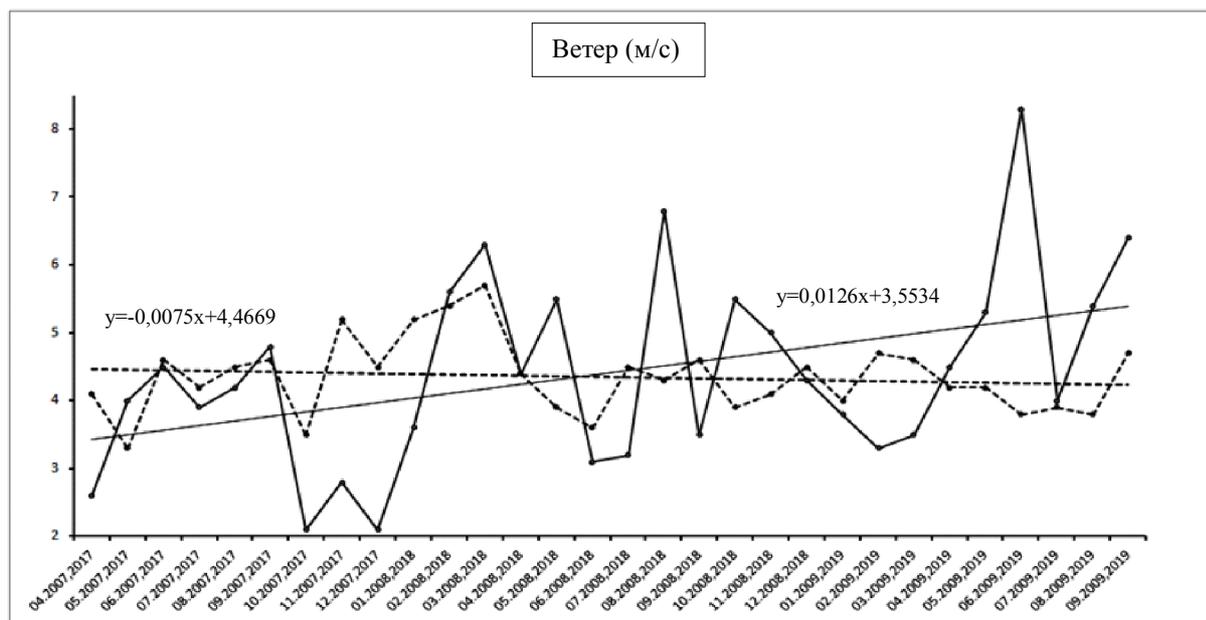
тельный знак. Если в первый период более высокая скорость ветра наблюдалась в основном с апреля по сентябрь, а низкая — с ноября по март, то во второй — без определенной закономерности.

В оба периода преобладали ветры северных румбов с повторяемостью 34,9–38,2 %, хотя в целом по Азовскому морю отмечалось увеличение повторяемости западных ветров в течение года в начале XXI в. [8].

В течение года в оба периода аномалии среднемесячных значений скорости ветра были в основном отрицательными (1,6–3,0 м/с). Однако во второй период в летнее время происходил рост скорости ветра при положительных аномалиях, достигавших в июне 2017 и 2019 гг. и в августе 2019 г., соответственно, 0,3 и 4,1; 2,4 м/с.

**Высота волны.** Параметры волнения в большой степени определяются ветровой деятельностью. В период 2017–2019 гг. наблюдалось совпадение положительных трендов среднемесячных высоты волны и скорости ветра (рис. 3, 4).

В связи с ограниченностью длины разгона волна в бухте за весь период исследований не превышала 0,9 м. Зафиксировано всего два случая из 30 (менее 7 %), когда высота волны была более 0,7 м, что согласуется с данными о 5,1 % повторяемости такого волнения в проливе в 1955–2002 гг. [9]. Максимальная высота волны по годам отмеча-



**Рис. 3.** Среднемесячные значения скорости ветра и ее тренда (сплошные линии — 2017–2019 гг., точечные — 2007–2009 гг.)

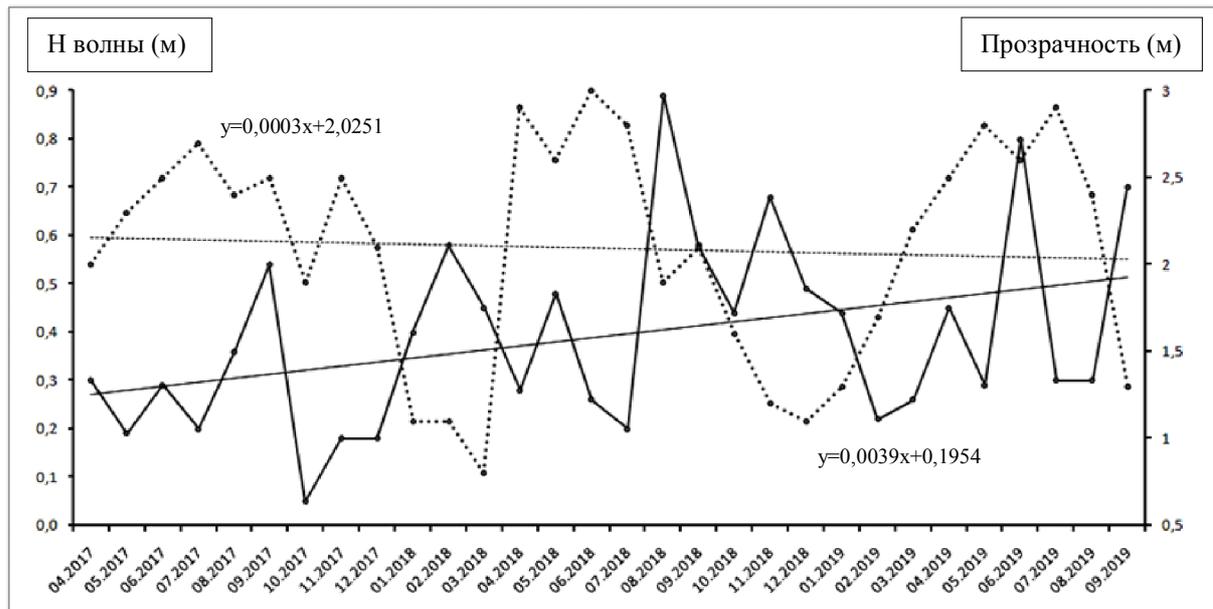
**Fig. 3.** Average monthly values of wind speed and its trend (full lines for 2017–2019; dotted lines for 2007–2009)

лась в сентябре 2017 г. (0,54 м), августе 2018 г. (0,89 м) и июне 2019 г. (0,80 м) (рис. 4).

Волнение наблюдалось в основном смешанного характера — зыбь и ветровое, совпадающее по направлению с ветром.

*Прозрачность воды.* Внутригодовая изменчивость среднемесячной прозрачности в Керченской бухте составляла 0,8–3,0 м (рис. 4). Ежегодный максимум прозрачности вод (2,7–3,0 м) приходился на

летнее время (июнь–июль), минимум (0,8–1,9 м) — на октябрь 2017 г. (1,9 м), март 2018 г. (0,8 м) и декабрь 2019 г. (1,1 м). Следует также отметить (рис. 4), что среднемесячные показатели высоты волны и прозрачности находились в основном в противофазе: при увеличении высоты волны за счет интенсивного перемешивания и увеличения мутности вод отмечалось понижение прозрачности, и наоборот.



**Рис. 4.** Среднемесячные значения высоты волны и прозрачности, а также их тренды в 2017–2019 гг. (сплошные линии — высота волны, точечные — прозрачность)

**Fig. 4.** Average monthly values of wave height and water transparency, and their trends in 2017–2019 (full lines for wave height; dotted lines for transparency)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В периоды 2007–2009 и 2017–2019 гг. в Керченской бухте для среднемесячной температуры воздуха был отмечен сходный характер внутригодовой изменчивости с преобладанием положительных аномалий, тенденцией увеличения количества жарких летних дней и уменьшения морозных зимних, слабым отрицательным трендом в первый период и положительным — во второй. Внутригодовая амплитуда температуры воздуха в оба периода в связи с мягкими зимами была значительно меньше, чем в предшествующее пятидесятилетие.

Средние значения среднемесячных зимних температур воздуха с 2007 г. по настоящее время не опускались ниже 2,10 °С, тогда как в предшествующий пятидесятилетний период они составляли 1,17 °С.

Произошло снижение амплитуды внутригодовой изменчивости среднемесячной температуры воды во второй период вследствие повышения теплового фона поверхности воды в бухте в зимний сезон. По сравнению с предшествующим периодом 1949–2007 гг., в наблюдаемые годы амплитуда внутригодовых колебаний температуры поверхности воды стала ниже за счет снижения летних значений, во второй период — дополнительно в связи с ростом их зимних показателей.

Отмечается практически совершенная синхронность внутригодового хода среднемесячных температур воздуха и воды при слабой выраженности их трендов.

За последнее десятилетие среднемесячная соленость Керченской бухты претерпела существенное увеличение с 10,7–12,8 до 14,5–17,6 ‰, что согла-

суется с резким ростом солености в предпроливном районе Азовского моря с 2006 г. Такое значительное осолонение связано как со снижением пресного речного стока в Азовское море, так и с увеличением испарения при повышенной температуре воды. Ранее наблюдавшийся незначительный положительный тренд солености в первый период сменился на незначительный отрицательный во второй.

Среднемесячная скорость ветра в Керченской бухте имела более широкий диапазон изменчивости и смену знака тренда на положительный во второй период. Если в первый период более высокая скорость ветра наблюдалась в основном с апреля по сентябрь, а низкая — с ноября по март, то во второй период определенной закономерности обнаружено не было. В оба периода преобладали ветры северных румбов.

За весь период наблюдений 2017–2019 гг. среднемесячная высота волны в бухте не превышала 0,9 м. Отмечалось совпадение положительных трендов высоты волны и скорости ветра. Волнение наблюдалось в основном смешанного характера — зыбь и ветровое, совпадающее по направлению с ветром.

Внутригодовая изменчивость среднемесячной прозрачности в Керченской бухте в 2017–2019 гг. составляла 0,8–3,0 м, ежегодный максимум приходился на летнее время (июнь–июль), минимум — на октябрь 2017 г., март 2018 г. и декабрь 2019 г. Среднемесячные показатели высоты волны и прозрачности находились в основном в противофазе — при увеличении высоты волны за счет интенсивного перемешивания и увеличения мутности вод отмечалось понижение прозрачности, и наоборот.

В целом, в исследуемый период, по сравнению со второй половиной XX и началом XXI в., произошли комплексные изменения гидрометеорологических параметров Керченской бухты, наиболее выраженные в характеристиках солености вод.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны рецензентам за замечания и рекомендации, которые значительно улучшили качество рукописи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремеев В.Н., Иванов В.А., Ильин Ю.П. Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива // Морской экологический журнал. 2002. Т. 2, № 3. С. 27–31.

2. Авдеева Т.М., Заремба Н.Б., Жугайло С.С., Загайная О.Б., Аджиумеров С.Н. Экологическое состояние прибрежной акватории Керченской бухты // Труды ЮгНИРО. 2014. Т. 52. С. 74–80.
3. Лоция Черного моря. М.: Изд-во Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны СССР, 1987. С. 232–243.
4. Наукова еколого-експертна оцінка впливу дамби в районі острова Тузла на міграції промислових риб, їх чисельність і загальний стан популяції : наук.-техн. звіт. Керч: Вид-во ПівденНИРО, 2004. 81 с.
5. Оценка влияния изменчивости гидрологических, гидрохимических, гидробиологических параметров на биопродуктивность Керченского пролива : отчет о НИР. Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2011. 34 с.
6. Ломакин П.Д., Боровская Р.В. Характеристика современного состояния системы течений в Керченском проливе на базе спутниковых и контактных наблюдений // Исследования Земли из Космоса. 2006. № 6. С. 65–71.
7. Спиридонова Е.О., Панов Б.Н. Основные результаты исследования климатических изменений поля приземного атмосферного давления в Азово-Черноморском регионе (1960–2017 гг.) // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1, № 3–4. С. 28–34.
8. Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Климатические условия и гидрологический режим Азовского моря в XX – начале XXI вв. // Водные биоресурсы и среда обитания. 2019. Т. 2, № 2. С. 7–19.
9. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б. Гидрометеорологические условия морей Украины. Т. 1. Азовское море. Севастополь: Изд-во Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института Министерства чрезвычайных ситуаций и Национальной академии наук Украины, ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. 402 с.
10. Кочергин А.Т., Жукова С.В., Малыгин Е.Ю. Межгодовая изменчивость солености и вертикальной термохалинной устойчивости в различных районах Азовского моря в летний период 1992–2016 гг. // Системы контроля окружающей среды. 2018. № 11. С. 63–68. doi: 10.33075/2220-5861-2018-1-63-68.
11. Dashkevich L.V., Berdnikov S.V. Climatic changes and salinity of the Sea of Azov for 100 years // Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016 (Albena, 28 June – 6 July, 2016). New York: Curran Associates, Inc., 2016. Book 3, vol. 2. Pp. 719–726. doi: 10.5593/SGEM2016/B32/S15.094.
12. Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Жукова С.В. Роль атмосферной циркуляции в процессе устойчивых изменений солености вод Азовского моря // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. № 3. С. 55–61. doi: 10.23683/0321-3005-2019-3-55-61.

13. Гаргопа Ю.М. Закономерности многолетней динамики океанографических процессов и компонентов биоты Азовского моря // *Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море* / Под ред. Г.Г. Магишова. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2001. С. 44–71.
14. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Мартынов Е.С., Гармашов А.В. Ветро-волновой режим Азовского моря // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. 2010. Т. 22. С. 228–239.
15. Дашкевич Л.В., Бердников С.В. Климатические изменения в бассейне Азовского моря в период 1950–2014 гг. // *Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем* : матер. Всерос. конф. «Экология. Экономика. Информатика» (г. Ростов-на-Дону, 7–12 сентября 2014 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во Южного федерального университета, 2014. Т. 1. С. 101–109.
6. Lomakin P.D., Borovskaya R.V. Kharakteristika sovremennogo sostoyaniya sistemy techeniy v Kerchenskom prolive na baze sputnikovykh i kontaktnykh nablyudeniy [Characteristic of modern condition of currents system of Kerch Strait on base of satellite and contact observations]. *Issledovaniya Zemli iz kosmosa [Earth Observation and Remote Sensing]*, 2006, no. 6, pp. 65–71. (In Russian).
7. Spiridonova E.O., Panov B.N. Osnovnye rezul'taty issledovaniya klimaticheskikh izmeneniy polya prizemnogo atmosfernogo davleniya v Azovo-Chernomorskom regione (1960–2017 gg.) [Main research results of climatic changes in the surface atmospheric pressure field in the Azov and Black Sea Region (1960–2017)]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2018, vol. 1, no. 3–4, pp. 28–34. (In Russian).
8. Berdnikov S.V., Dashkevich L.V., Kulygin V.V. Klimaticheskie usloviya i gidrologicheskiy rezhim Azovskogo morya v XX – nachale XXI vv. [Climatic conditions and hydrological regime of the Sea of Azov in the XX – early XXI centuries]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2019, vol. 2, no. 2, pp. 7–19. (In Russian).

## REFERENCES

1. Ereemeev V.N., Ivanov V.A., Il'in Yu.P. Okeanograficheskie usloviya i ekologicheskie problemy Kerchenskogo proliva [Oceanographic conditions and ecological problems in the Kerch Strait]. *Morskoy ekologicheskiy zhurnal [Marine Ecological Journal]*, 2002, vol. 2, no. 3, pp. 27–31. (In Russian).
2. Avdeeva T.M., Zaremba N.B., Zhugaylo S.S., Zagaynaya O.B., Adzhumerov S.N. Ekologicheskoe sostoyanie pribrezhnoy akvatorii Kerchenskoy bukhty [Environmental state of the Kerch Bay coastal waters]. *Trudy YugNIRO [YugNIRO Proceedings]*, 2014, vol. 52, pp. 74–80. (In Russian).
3. Lotsiya Chernogo morya [Pilot book for the Black Sea]. Moscow: Glavnoe upravlenie navigatsii i okeanografii Ministerstva oborony SSSR [General Directorate of Navigation and Oceanography of the Ministry of Defense of the USSR] Publ., 1987, pp. 232–243. (In Russian).
4. Naukova ekologo-ekspertna otsinka vplyvu damby v rayoni ostrova Tuzla na migratsiyi promislovykh rib, yikh chysel'nist' i zagal'nyy stan populyatsiyi : naukovotekhnichnyy zvit [Scientific environmental expert assessment of the impact exerted by a dam near Tuzla Island on the migration routes of commercial fish species, their abundance and general state of population. Research and technical report]. Kerch: PivdenNIRO [YugNIRO] Publ., 2004, 81 p. (In Ukrainian).
5. Otsenka vliyaniya izmenchivosti gidrologicheskikh, gidrokhimicheskikh, gidrobiologicheskikh parametrov na bioproduktivnost' Kerchenskogo proliva : otchet o NIR [Assessment of the impact exerted by changes in hydrological, hydrochemical, and hydrobiological parameters on biological productivity of the Kerch Strait. Research report]. Kerch: YugNIRO Publ., 2011, 34 p. (In Russian).
9. Il'in Yu.P., Fomin V.V., D'yakov N.N., Gorbach S.B. Gidrometeorologicheskie usloviya morey Ukrainy. T. 1. Azovskoe more [Hydrometeorological conditions of the Ukrainian seas. Vol. 1. The Sea of Azov]. Sevastopol: Ukrainskiy nauchno-issledovatel'skiy gidrometeorologicheskiy institut Ministerstva chrezvychnykh situatsiy i Natsional'noy akademii nauk Ukrainy [Ukrainian Hydrometeorological Institute of the Ministry of Emergency Situations and National Academy of Sciences of Ukraine] Publ., EKOSI-Gidrofizika [EKOSI-Hydrophysics], 2009, 402 p. (In Russian).
10. Kochergin A.T., Zhukova S.V., Malygin E.Yu. Mezhhodovaya izmenchivost' solenosti i vertikal'noy termokhalinnoy ustoychivosti v razlichnykh rayonakh Azovskogo morya v letniy period 1992–2016 gg. [Interannual variability of salinity and vertical thermohaline stability in the different areas of the Sea of Azov in summer season of 1992–2016]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy [Monitoring Systems of Environment]*, 2018, no. 11, pp. 63–68. doi: 10.33075/2220-5861-2018-1-63-68. (In Russian).
11. Dashkevich L.V., Berdnikov S.V. Climatic changes and salinity of the Sea of Azov for 100 years. In: *Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016 (Albena, 28 June – 6 July, 2016)*. New York: Curran Associates, Inc., 2016, book 3, vol. 2, pp. 719–726. doi: 10.5593/SGEM2016/B32/S15.094.
12. Panov B.N., Spiridonova E.O., Zhukova S.V. Rol' atmosfernoй tsirkulyatsii v protsesse ustoychivykh izmeneniy solenosti vod Azovskogo morya [The role of atmospheric circulation in the process of steady changes

- in the salinity of the Azov Sea waters]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennyye nauki* [Bulletin of Higher Education Institutes. North Caucasus Region. Natural Sciences], 2019, no. 3, pp. 55–61. doi: 10.23683/0321-3005-2019-3-55-61. (In Russian).
13. Gargopa Yu.M. Zakonomernosti mnogoletney dinamiki okeanograficheskikh protsessov i komponentov bioty Azovskogo morya [Consistent patterns in the long-term dynamics of oceanographic processes and biota components of the Sea of Azov]. In: *Sreda, biota i modelirovanie ekologicheskikh protsessov v Azovskom more* [Habitat, biota and modeling of environmental processes in the Sea of Azov]. G.G. Matishov. (Ed.). Apatity: Kol'skiy nauchnyy tsentr RAN [Kola Science Center of the RAS] Publ., 2001, pp. 44–71. (In Russian).
14. D'yakov N.N., Fomin V.V., Martynov E.S., Garmashov A.V. Vetro-volnovoy rezhim Azovskogo morya [Wind and wave regime of the Sea of Azov]. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoy i shel'fovoy zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa* [Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones and Comprehensive Use of Shelf Resources], 2010, vol. 22, pp. 228–239. (In Russian).
15. Dashkevich L.V., Berdnikov S.V. Klimaticheskie izmeneniya v bassejne Azovskogo morya v period 1950–2014 gg. [Climatic changes in the basin of the Sea of Azov in the period 1950–2014]. In: *Sistemnyy analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem : materialy Vserossiyskoy konferentsii "Ekologiya. Ekonomika. Informatika"* (g. Rostov-na-Donu, 7–12 sentyabrya 2014 g.) [System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems. Proceedings of the All-Russian Conference "Ecology. Economy. Informatics" (Rostov-on-Don, 7–12 September, 2014)]. Rostov-on-Don: Yuzhnyy federal'nyy universitet [Southern Federal University] Publ., 2014, vol. 1, pp. 101–109. (In Russian).

Поступила 02.11.2020

Принята к печати 14.12.2020