

*Водные биоресурсы и среда обитания*  
2019, том 2, номер 3, с. 7–19  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



*Aquatic Bioresources & Environment*  
2019, vol. 2, no. 3, pp. 7–19  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

## Экологические проблемы и состояние водной среды

УДК 551.46

### РЕЗУЛЬТАТЫ МОРСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ЮНЦ РАН) В АЗОВСКОМ МОРЕ В 2003–2018 ГГ. ЧАСТЬ 1: ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОХИМИЯ

© 2019 С. В. Бердников, А. В. Клещенков, К. С. Григоренко, Е. П. Олейников,  
А. Ю. Московец, Л. В. Дашкевич, В. В. Кулыгин, В. В. Сорокина, В. Г. Сойер

*Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону 344006, Россия*  
*E-mail: berdnikov@ssc-ras.ru*

**Аннотация.** Представлены краткие результаты, основанные на анализе многолетних экспедиционных исследований ЮНЦ РАН по изучению Азовского моря и океанографической базы данных ЮНЦ РАН (термохалинной структуры, прозрачности вод, гидрохимических параметров). Отмечено, что в распределении изотерм на картах от 1962 к 2008 г. прослеживается увеличение площади «теплых» полей для зимнего и весеннего сезонов и увеличение «холодных» — для осеннего. Эта же тенденция сохраняется и при сравнении кривых годового хода температуры воды для Таганрогского залива и центральной части моря. Представлены среднемноголетние вертикальные океанографические разрезы вдоль линии, проходящей по наиболее глубоководной части Азовского моря — от устья р. Дон до Керченского пролива общей длиной 350 км. Отмечено, что в условиях нестационарного стока происходит изменение фронтогенеза в Таганрогском заливе. Так, увеличение стока р. Дон в 2018 г. до уровня, характерного для периода 2001–2005 гг., привело к усиленному формированию фронтов в Таганрогском заливе. Соленость вод на всей акватории залива снизилась, однако при этом в западном и восточном районах выросли значения максимумов. Установлены случаи проникновения более соленых вод на устьевое взморье и в рукава дельты Дона. На основе сведений о глубине видимости белого диска, характеризующего относительную прозрачность вод, было выявлено четыре основных типа сезонной изменчивости относительной прозрачности азовских вод и установлено, что все четыре типа имеют сходные черты с динамикой фитопланктона. На основе экспедиционных наблюдений ЮНЦ РАН в 2007–2018 гг. показана сезонная динамика и пространственные различия концентраций растворенного органического углерода в водах Нижнего Дона, Таганрогского залива, Азовского и северо-восточной части Черного морей. Отмечается, что высокие значения и повышенная вариабельность концентраций органического углерода донских и азовских вод — результат внутриводоемных жизненных процессов, включающих интенсивное продуцирование микроводорослей, их потребление консументами и активное бактериальное перерабатывание отмерших организмов с накоплением органического вещества в воде.

**Ключевые слова:** Азовское море, температура воды, соленость воды, прозрачность воды, кислородный режим, органический углерод, речной сток

**RESULTS OF MARINE SCIENTIFIC RESEARCH OF THE SOUTHERN  
SCIENTIFIC CENTRE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (SSC RAS)  
IN THE SEA OF AZOV IN 2003–2018**

**PART 1: HYDROLOGY AND HYDROCHEMISTRY**

**S. V. Berdnikov, A. V. Kleshchenkov, K. S. Grigorenko, E. P. Oleinikov,  
A. Yu. Moskovets, L. V. Dashkevich, V. V. Kulygin, V. V. Sorokina, V. G. Soier**

*Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,  
Rostov-on-Don 344006, Russia  
E-mail: berdnikov@ssc-ras.ru*

**Abstract.** The results of analysis of long-term expeditionary research of the SSC RAS (the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences), focused on the Sea of Azov and the oceanographic database of the SSC RAS (thermohaline structure, water transparency, hydrochemical parameters) are summarized and presented. It is noted that the distribution of isotherms on maps dated 1962–2008 shows an increase in the area of “warm” fields for the winter and spring seasons and an increase in the area of “cold” fields for the autumn one. The same trend is also maintained when comparing annual water temperature curves for the Taganrog Bay and the central part of the sea. The long-term average annual vertical oceanographic sections along the line running through the deepest part of the Sea of Azov from the mouth of the Don River to the Kerch Strait with a total length of 350 km are presented. It is noted that, under conditions of unsteady runoff, a change in frontogenesis occurs in the Taganrog Bay. Thus, an increase in the flow of the Don River in 2018 up to the level typical for the period 2001–2005 led to the intensified formation of fronts in the Taganrog Bay. The water salinity throughout the bay has decreased, however, the values of the maxima in the western and eastern regions increased. The cases of inflow of the waters with higher salinity into the mouth of the seashore and into the arms of the Don Delta are recorded. Based on the information concerning Secchi disk depth (the depth of visibility of a white disk), which characterizes the relative transparency of water, four main types of seasonal variability of relative transparency of the Azov waters were identified, and all four types were found out to have similar features with phytoplankton dynamics. On the basis of the expeditionary observations of the SSC RAS in 2007–2018, seasonal dynamics and spatial differences in the concentrations of dissolved organic carbon in the waters of the Lower Don, the Taganrog Bay, the Sea of Azov and the northeastern part of the Black Sea are shown. It is noted that high values and increased variability of concentrations of organic carbon from the Don and Azov waters are the result of intrabasin life processes, including intensive production of microalgae, their consumption by consumers, and active bacterial processing of dead organisms with accumulation of organic matter in the water.

**Keywords:** Sea of Azov, water temperature, salinity, water transparency, oxygen regime, organic carbon, river runoff

## ВВЕДЕНИЕ

На фоне глобальных климатических изменений в Азовском регионе растет антропогенная нагрузка на акваторию и прибрежные территории в результате интенсификации морских грузоперевозок, строительства новых и развития старых портов, освоения нефтегазовых месторождений на шельфе, рекреационного обустройства (стихийного и планового) береговой зоны. Существенные изменения происходят в бассейнах рек, впадающих в Азовское море, особенно в нижней части их течения, наиболее освоенной в промышленном и сельскохозяйственном отношении, с высокой плотностью населения, проживающего вдоль берегов.

Продолжая работы, начатые Азовским филиалом ММБИ КНЦ РАН [1–5], Южный научный центр РАН с 2003 г. осуществляет экспедиционные исследования на Юге России: в Азовском, Черном и Каспийском морях, Цимлянском и каскаде Маньчских водохранилищ, на реках бассейна Дона, Кубани, Черноморского побережья Кавказа (рис. 1). Для проведения непрерывных наблюдений за климатическими изменениями созданы научно-экспедиционные стационары в дельте р. Дон и в пос. Маньч, организованы гидрологические посты в дельте Дона, на взморье в Таганрогском заливе.

Для понимания природы изменений, происходящих в экосистеме Азовского моря, реализуется



**Рис. 1.** Карта-схема расположения станций экспедиционных научных исследований, выполненных ЮНЦ РАН в 2003–2018 гг. (более 300 рейсов)

**Fig. 1.** Outline map for the station sites of expeditionary scientific research performed by the SSC RAS in 2003–2018 (over 300 expeditions)

широкая программа исследований, основанная как на сборе информации о состоянии окружающей среды, так и на разработке методов ее анализа. Совместное использование данных многолетних наблюдений и результатов современных экспедиционных исследований позволяет получить обоснованные выводы о наблюдаемых изменениях.

В настоящей работе представлены некоторые обобщенные результаты исследований в Азовском море, основанные на современных экспедиционных данных ЮНЦ РАН и созданной океанографической базе данных (БД) за период инструментальных наблюдений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

*Методы измерений.* Ежегодно детальные съемки исследуемых акваторий проводятся научно-исследовательскими судами ЮНЦ РАН «Денеб» и «Профессор Панов», оснащенными современным научным оборудованием [6]. Работы осуществляются стандартными океанографическими методами в

соответствии с руководящими документами [7, 8]. В рейсах выполняются судовые метеонаблюдения с использованием метеостанции Vaisala. Измерения температуры и электропроводности воды производятся гидрологическими зондами STD-60M, SBE-19, SBE-19plusV2, скорости и направлений морских течений — измерителем параметров течения Aanderaa RSM-9LW, измерения прозрачности — диском Секки. Непосредственно на борту судна определяется водородный показатель воды pH-метром и концентрация растворенного кислорода методом Винклера. Отбор проб воды для дальнейшего определения в них валовых и минеральных форм биогенных элементов, концентрации растворенного органического углерода, хлорофилла «а», ионного состава и общей взвеси осуществляется батометрами Нискина и Молчанова.

Кроме этого, на НИС «Денеб» установлен измерительный комплекс в составе проточного термосоленографа SBE21 и флюориметра собственной разработки [9]. Этот комплекс позволяет с дискрет-

ностью 10 секунд фиксировать температуру, электропроводность и прижизненную флюоресценцию хлорофилла «а» в поверхностном слое воды.

*Данные.* Все измерения, выполненные в ходе экспедиционных исследований, заносятся в базу данных. Информация в БД хранится в традиционных порейсовых массивах. Использование такого подхода дает дополнительные возможности для контроля условий проведения работ и комплексного анализа одновременно полученных данных. Форматы БД экспедиционных исследований согласованы с форматами исторической БД ЮНЦ РАН [10], содержащей информацию о наблюдениях на почти 71 тыс. океанографических станций в Азовском море за более чем столетний период. Данные, полученные в ходе морских экспедиций после 2012 г. (более 1100 станций), переданы во Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации.

В настоящей работе были использованы исторические и современные данные наблюдений за температурой и соленостью, прозрачностью вод Азовского моря, а также измерения концентрации растворенного кислорода. Данные по органическому углероду представлены только современными наблюдениями ЮНЦ РАН.

*Методы.* Обработка данных включала следующие процедуры:

- контроль качества данных в соответствии с [11];
- построение распределений станций по квадратам, районам и разрезам;
- усреднение данных за многолетний период;
- построение распределений параметров морской среды на разных горизонтах;
- построение распределений параметров на вертикальных разрезах;
- расчет аномалий.

Алгоритм построения карт и разрезов подробно рассмотрен в работах [12, 13].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Термохалинная структура.*

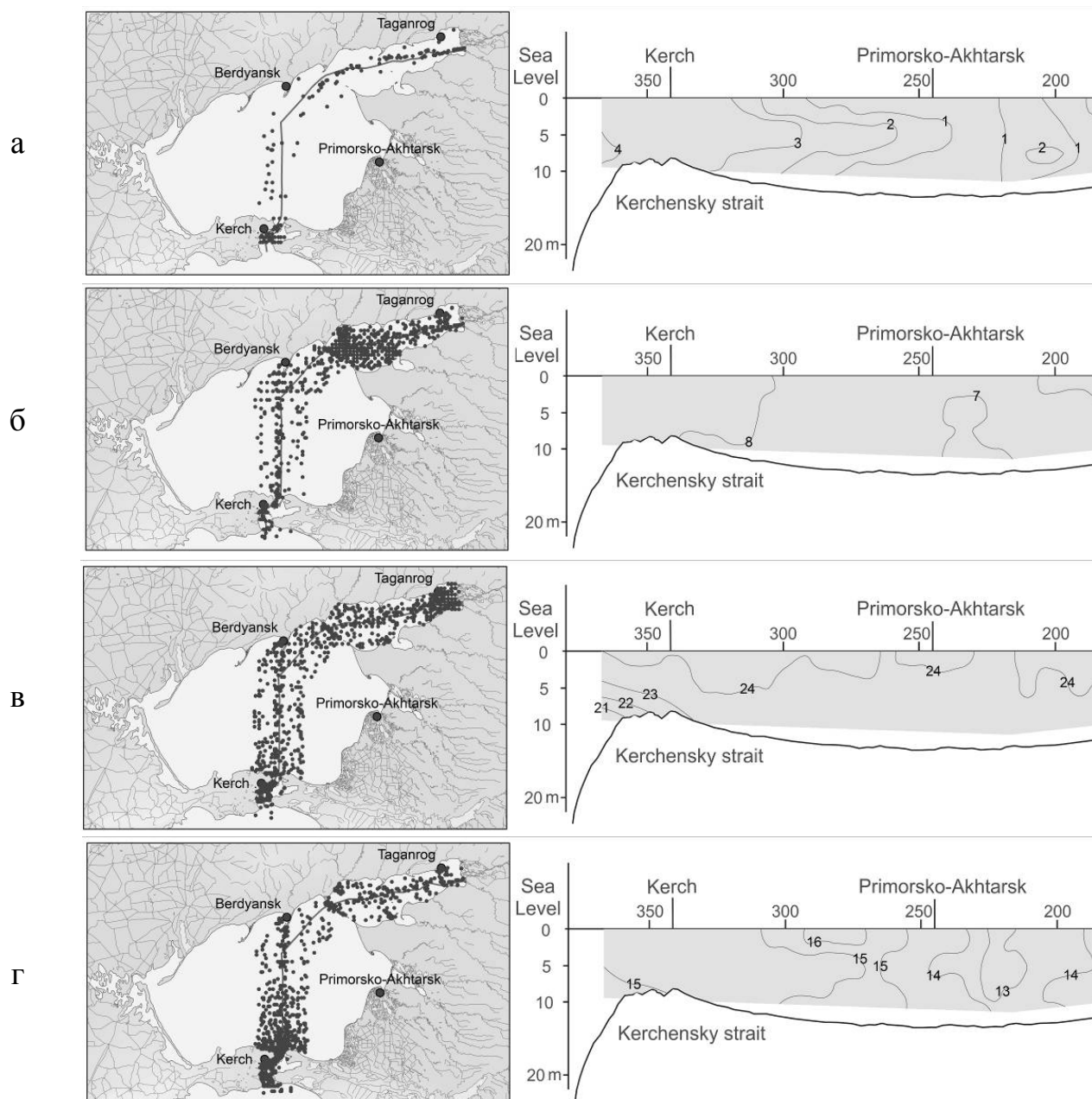
В работе [12] проведен сравнительный анализ среднемноголетнего распределения температуры воды, основанный на данных фундаментальных обобщающих работ [14–16], и подготовленного Климатического атласа Азовского моря 2008 [13]. Такой выбор обусловлен тем, что пространствен-

ное распределение температуры воды Азовского моря в печати иллюстрировано достаточно скупо, несмотря на достаточно большой объем имеющейся информации о гидрологическом режиме. Чаще всего это карты и схемы, соответствующие конкретным условиям во время проведения экспедиционных работ. Среднемноголетние карты, дающие общую климатическую характеристику Азовского моря, есть только в некоторых фундаментальных работах по изучению его гидрометеорологического режима [14–16]. В работе [17] рассмотрены особенности распределения температуры воды Азовского моря на различных фазах процесса теплонакопления (1960–2005 гг.), но представленные картосхемы, построенные для 3–4-градусных интервалов температуры, не дают представления о сезонном пространственном распределении температуры воды.

В результате проведенного анализа [12] было отмечено, что в распределении изотерм на картах от 1962 к 2008 г. прослеживается увеличение площади «теплых» полей для зимнего и весеннего сезонов и увеличение «холодных» — для осеннего. Эта же тенденция сохраняется и при сравнении кривых годового хода температуры воды для Таганрогского залива и центральной части моря. Для лета выраженная тенденция не прослеживается. Полученные результаты хорошо согласуются с наблюдаемыми тенденциями в многолетних изменениях температуры воды Азовского моря [18–20].

Вертикальное распределение температуры воды для Азовского моря иллюстрировано в литературе еще более скудно, чем пространственное; в основном это конкретные условия во время проведения экспедиционных работ на вековых или произвольных разрезах. В работе впервые построены среднемноголетние вертикальные океанографические разрезы вдоль линии, проходящей по наиболее глубоководной части Азовского моря от устья р. Дон до Керченского пролива, общей длиной 350 км (рис. 2).

На представленных на рис. 2 разрезах можно проследить зоны, характерные для образования гидрологических фронтов. Исследованию фронтогенеза в Азовском море был посвящен ряд экспедиций в 2005–2007 гг. При мезомасштабной съемке Таганрогского залива определены основные закономерности формирования гидрологической структуры и гидродинамики вод, отмечено доминирующее влияние ветрового перемешивания на процессы



**Рис. 2.** Среднегодовые разрез температуры воды ( $^{\circ}\text{C}$ ) от устья р. Дон до Керченского пролива (а — январь, б — апрель, в — июль, г — октябрь)

**Fig. 2.** Long-term average annual water temperature profiles ( $^{\circ}\text{C}$ ) from the mouth of the Don River to the Kerch Strait (a — January, б — April, в — July, г — October)

циркуляции вод и фронтогенеза [21]. Также указано, что в зонах смешения вод может возникать множество разномасштабных «линз» и локальных короткоживущих гидрофронт.

После прохождения половодья в конце мая — начале июня 2018 г. в Азовском море наблюдался интенсивный фронтогенез, разделивший пресные воды р. Дон, смешанные, эстуарные воды Таганрогского залива и воды собственно Азовского моря. Пресный сток заполнил акваторию залива от устья

Дона до г. Таганрога, создав подпор пресных вод. Ход температуры и солёности по данным проточного термосалинографа представлен на рис. 3. Первый фронт имел протяженность около 30 км и начинался от траверза г. Таганрога. В этой части залива солёность росла с 1 до 6 ‰, а температура — с 17,5 до 20  $^{\circ}\text{C}$ . В западной части акватории залива, между косами Беглицкая и Долгая, наблюдались участки с колебаниями температуры от 19,3 до 20,6  $^{\circ}\text{C}$  и солёности от 8,5 до 10,5 ‰ при смешении

нии речных и морских вод. Второй фронт солености был обнаружен к западу от косы Долгой: на протяжении 5–7 км соленость росла с 9 до 14 ‰, температура воды понижалась с 20 до 19 °С. В период экспедиционных наблюдений соленость собственно Азовского моря достигала значений выше 14 ‰, характерных для последних лет периода маловодья Дона. В течение всего экспедиционного сезона 2018 г. распресняющего влияния интенсивного половодья на акваторию открытого моря отмечено

не было. В конце мая 2018 г. на фоне общей тенденции к прогреву поверхностного слоя акватории наблюдалось заполнение приустьевое взморья холодными (менее 18 °С) речными водами. Вероятно, данное явление — результат повышенных попусков из Цимлянского водохранилища во время половодья. К 4 июня этот район уже прогрелся до 21–21,5 °С. При этом на фоне фронтальных перепадов выявлялся суточный ход температуры воды со средней амплитудой 1–1,5 °С.

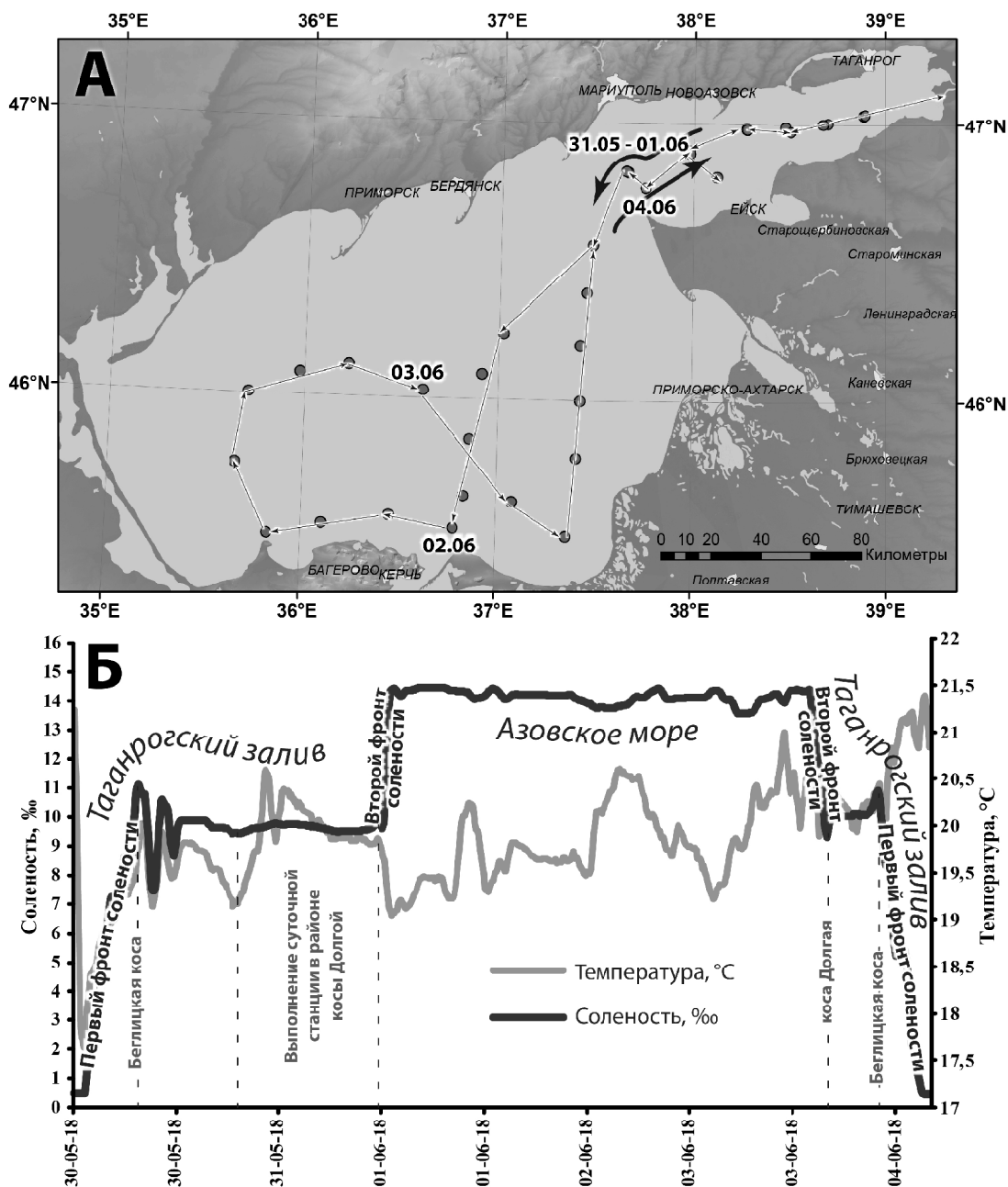


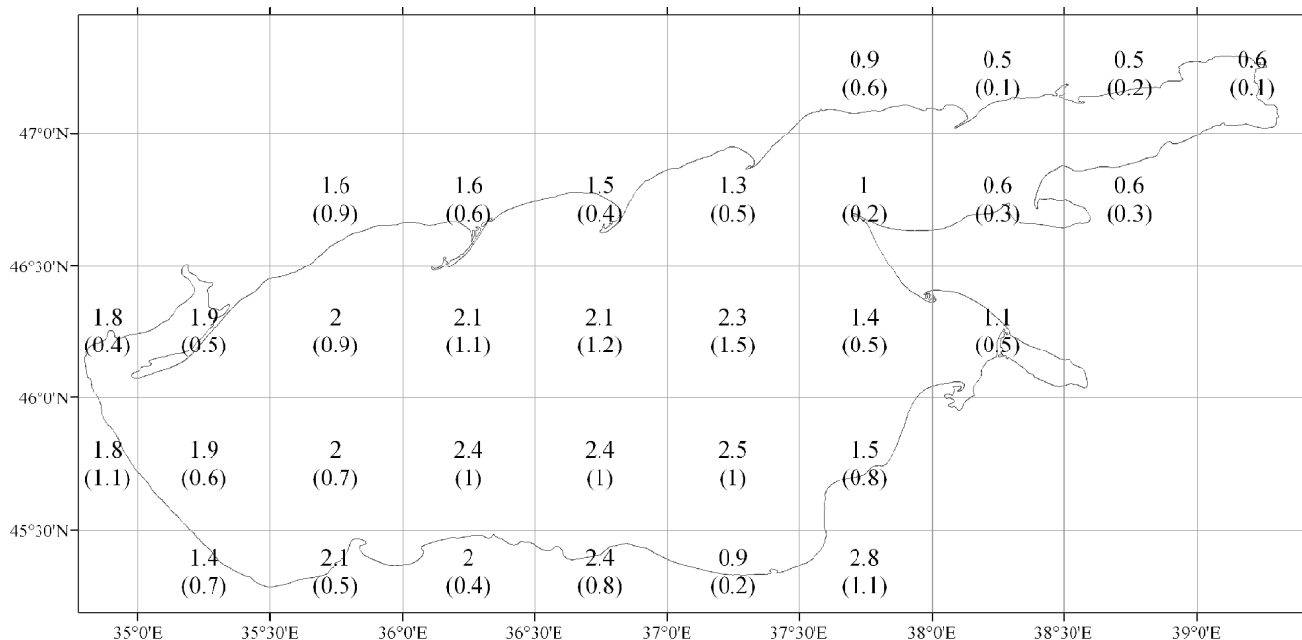
Рис. 3. Маршрут движения судна (А) и графики изменения температуры и солености Азовского моря по данным термосалинографа SBE-21 во время экспедиции 29.05–04.06.2018 (Б)

Fig. 3. Ship route (A) and graphs of changes in temperature and salinity of the Sea of Azov according to the SBE-21 thermosalinograph during the expedition 29.05–04.06.2018 (Б)

*Прозрачность и взвешенное вещество.*

В БД ЮНЦ РАН собраны сведения о глубине видимости белого диска  $Z_0$  (м), характеризующего относительную прозрачность вод, за период с 1922 г. по настоящее время.

С целью установления сезонной изменчивости  $Z_0$  по квадратам  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  были рассчитаны среднеголетние и среднемесячные значения  $Z_0$ , а также среднеквадратические отклонения ее годового хода (рис. 4).



**Рис. 4.** Среднеголетние значения  $Z_0$  и среднеквадратические отклонения ее годового хода (цифра в скобках) по акватории Азовского моря (приводится по [22])

**Fig. 4.** Long-term average annual values of  $Z_0$  and standard deviations of its annual variation (figure in brackets) for the Sea of Azov area (provided according to [22])

После проведения сравнительного анализа квадратов моря было выявлено 4 основных типа сезонной изменчивости относительной прозрачности азовских вод [22]. Пространственное распределение этих типов по акватории моря в целом соответствует границам районов, определенных в гидрологическом справочнике (1962 г.) [15]. Сезонный ход относительной прозрачности вод всех выделенных типов имеет сходные черты с динамикой фитопланктона. Сопоставление графиков нормированных значений годового хода  $Z_0$  и концентрации хлорофилла «а» показало, что их внутригодовые колебания происходят практически в противофазе. Это вполне объяснимо, так как относительная прозрачность отражает состояние верхнего слоя водной массы, в котором происходит фотосинтез. Минимальные значения глубины видимости белого диска характерны для конца лета – начала осени, когда наиболее активно синтезируют синезеленые и динофитовые водоросли. Сток взвешенных наносов влияет на уменьшение относительной прозрачности лишь в период половодья: в Таган-

рогском заливе (р. Дон) — в апреле, в восточном районе моря (р. Кубань) — в мае–июне [15].

За период, характеризующийся относительно высокой глубиной видимости белого диска (с 1954 по 2000 г.), среднее значение  $Z_0$ , определенное методом средневзвешенной величины с учетом площадей четырех гидрологических районов, составило 2,1 м (в собственно море — 2,3 м, в Таганрогском заливе — 0,8 м), в последующий период (2004–2009 гг.) — 1,5 м (в собственно море — 1,7 м, в Таганрогском заливе — 0,7 м) [22].

По результатам экспедиционных исследований для Азовского моря была установлена зависимость ( $R^2 = 0,81$ ,  $N = 174$ ) между прозрачностью вод (по глубине видимости белого диска  $Z_0$ ) и концентрацией общего взвешенного вещества в диапазоне изменчивости от 0,6 до 145 мг/л [23, 24]:

$$Z_0 = 8,2 \text{ TSM}^{-0,82},$$

где  $Z_0$  — глубина видимости белого диска, м; TSM — концентрация суммарного взвешенного вещества в поверхностном горизонте (0–0,3 м), мг/л.



Сравнение данных стандартного продукта MERIS по концентрации общего взвешенного вещества с показателями подспутниковых наблюдений показало систематическое занижение значений этого параметра для вод Азовского моря в среднем в 2 раза. Основываясь на этом отношении, полученное значение можно использовать как поправочный коэффициент для оценок концентрации взвешенного вещества по снимкам MERIS. После внесения поправки коэффициент детерминации при сравнении измеренных и расчетных величин составил  $R^2 = 0,6$  ( $N = 82$ ) для измерений в диапазоне от 2 до 100 мг/л.

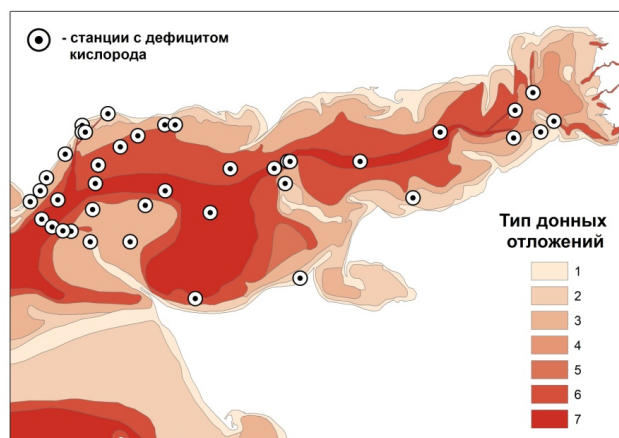
#### *Растворенный кислород.*

В работе [25] рассмотрены особенности средне-многолетнего распределения абсолютного содержания растворенного кислорода в водах Азовского моря в поверхностном слое. На основе более 8000 океанографических станций за период 1922–2008 гг. были построены карты среднеемноголетнего распределения концентраций кислорода для теплого времени года (апрель–ноябрь). Данных за холодный период года оказалось недостаточно для репрезентативного покрытия всей акватории моря. В среднеемноголетнем распределении растворенного кислорода в поверхностном слое Азовского моря выделяются два максимума (апрель и август), связанные с пиками развития фитопланктона, и два минимума (июль и сентябрь) [25].

Одной из особенностей формирования кислородного режима Азовского моря в современный период является проникновение зон дефицита кислорода в акваторию Таганрогского залива. Частота появления таких ситуаций в Таганрогском заливе в последние десятилетия увеличивается как из-за климатических изменений, так и в результате роста антропогенной нагрузки. На основе БД ЮНЦ РАН был проведен анализ случаев дефицита кислорода в Таганрогском заливе (рис. 5), позволивший выполнить качественную оценку возможности возникновения зон с дефицитом кислорода для разных комбинаций диапазонов температуры воды и скорости ветра [26].

В Таганрогском заливе весьма вероятно образование зон с дефицитом растворенного кислорода у дна при слабом ветре и высокой температуре вод. Возникновение такой гидрометеорологической ситуации особенно опасно над районами с глинистыми донными осадками.

Результатом экспедиционных исследований ЮНЦ РАН и анализа БД стало издание новой батиметрической карты Азовского моря [27],



**Рис. 5.** Станции с дефицитом кислорода в Таганрогском заливе на карте донных отложений: 1 — песок средне-мелкозернистый с ракушкой (фракция 1–0,1 мм, >70 %); 2 — песок алеврито-илистый (фракция 1–0,1 мм, 50–70 %); 3 — смешанный тип осадка (алеврито-илисто-песчаный, содержание каждой фракции в пределах 30–40 %); 4 — алеврит (фракция 0,1–0,01 мм, >70 %); 5 — илистый алеврит (фракция 0,1–0,01 мм 50–70 %); 6 — илы с примесью песчано-алевритовой фракции (фракции <0,01 мм, >50–70 %); 7 — глинистый ил (фракции <0,01 мм, >70 %)

**Fig. 5.** Stations with oxygen deficiency in the Taganrog Bay on the map of bottom sediments: 1 — medium-fine-grained sand with shells (1–0.1 mm fraction, >70 %); 2 — siltstone (aleurite) silty sand (1–0.1 mm fraction, 50–70 %); 3 — mixed sediment (siltstone-silty-sandy, content of each fraction at the range of 30–40 %); 4 — siltstone (0.1–0.01 mm fraction, >70 %); 5 — silty siltstone (0.1–0.01 mm fraction, 50–70 %); 6 — silts with an admixture of the sandy-siltstone fraction (<0.01 mm fractions, >50–70 %); 7 — clayey silt (<0.01 mm fractions, >70 %)

детализация схемы поверхностных течений Азовского моря для наиболее часто повторяющихся северо-восточных и юго-западных ветров [28], создание карты донных отложений [29] с учетом характера вещественного и гранулометрического состава грунта.

#### *Органический углерод.*

На основе анализа экспедиционных наблюдений ЮНЦ РАН за 2007–2018 гг. впервые показаны сезонная динамика и пространственные различия концентраций растворенного органического углерода в водах Нижнего Дона, Таганрогского залива, Азовского и северо-восточной части Черного морей.

Содержание органического вещества в природных водах наряду с минеральными солями является важной характеристикой состояния вод и свидетельствует об интенсивности внутриводоемных



процессов развития живых организмов. Органический углерод, входящий в состав растворенного органического вещества, используется как мера его накопления в природных водах, характеризуя трофический статус водоемов.

Концентрации растворенного органического углерода (dissolved organic carbon — DOC) в природных водах рассматриваемого региона имеют повышенные значения по сравнению с другими регионами — в среднем 7–12 мгС/л.

Выявленные особенности пространственно-временной динамики концентраций DOC относятся к маловодному периоду 2007–2017 гг. В водах Нижнего Дона концентрации DOC в среднем составили 10,9 мгС/л. Наибольшие концентрации DOC были характерны для вод Таганрогского залива (в среднем 11,7 мгС/л), далее в Азовском и северо-восточной части Черного моря они уменьшались (в среднем до 11,5 и 7 мгС/л, соответственно). Высокие значения и повышенная вариабельность концентраций органического углерода донских и азовских вод — результат внутриводоемных жизненных процессов, включающих интенсивное продуцирование микроводорослей, их потребление консументами и активное бактериальное перерабатывание отмерших организмов с накоплением органического вещества в воде.

Установлено превышение концентраций DOC в Таганрогском заливе по сравнению с концентрациями в р. Дон в среднем на 7 % в течение всего года, с минимальными различиями в апреле и в ноябре–декабре.

Несмотря на слабовыраженные различия среднемесячных концентраций DOC в течение года во всех рассматриваемых районах, все же можно отметить повышенные концентрации в зимне-весенний период и пониженные в остальную часть года. Данные 2018 г., отличившегося повышенным донским стоком и ярко выраженным половодьем в апреле–июне, позволили установить отличие в сезонном ходе концентраций DOC в маловодные и многоводные годы. Так, поступление распресненных вод весеннего половодья, обедненных растворенным органическим веществом, привело к уменьшению в апреле концентраций DOC как в водах Нижнего Дона (более чем в 2 раза), так и в водах Таганрогского залива (в 1,5 раза).

## ВЫВОДЫ

Приведенный выше краткий анализ многолетних колебаний различных гидролого-гидрохимических

параметров среды в Азовском море свидетельствует об исключительной динамичности в изменениях его состояния. Оценка влияния современных климатических флуктуаций на экосистему моря требует осмысления наблюдаемых трендов в многолетних изменениях гидрологических и гидрохимических параметров. Принципиально важно отделять изменения абиотических и биотических компонентов, происходящие в границах наблюдавшейся ранее межгодовой, сезонной и пространственной изменчивости, от качественного изменения состояния системы Азовского моря. Создание общедоступных баз данных многолетних наблюдений и развитие системы мониторинга водоема может способствовать пониманию происходящих процессов.

Очевидна необходимость продолжения морских исследований для анализа изменчивости океанологических характеристик, связанных сложным набором причинно-следственных связей с биопродуктивностью и состоянием промысловых запасов водных биологических ресурсов. Исследования закономерностей гидрологического режима водоема необходимы также для расчетов ассимиляционной емкости Азовского моря, оценки его транспортных и рекреационных возможностей.

Исследование выполнено в рамках ПФИ Президиума РАН I.52 «Обеспечение устойчивого развития Юга России в условиях климатических, экологических и техногенных вызовов» (ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта АААА-А18-118011990324-5) и в рамках реализации темы «Морские биогеосистемы юга России и их водосборы в условиях аридного климата, хозяйственного освоения и современных геополитических вызовов» (ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта АААА-А18-118122790121-5).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Степаньян О.В. Морские научные исследования на НИС «Денеб» и НИС «Профессор Панов» в Азовском и Черном морях в 2017 г. // Экспедиционные исследования на научно-исследовательских судах ФАНО России и архипелаге Шпицберген в 2017 г. : тезисы конференции «Итоги экспедиционных исследований на научных судах ФАНО России» (г. Москва, 21–22 февраля 2018 г.) / Под ред. Р.И. Нигматулина, С.К. Коновалова, Н.И. Голубевой. М.: Изд-во МГИ РАН, 2018. С. 147–149.
2. Матишов Г.Г., Степаньян О.В. Научно-исследовательское судно «Профессор Панов»: 15 лет морских научных исследований // Морской гидрофизический журнал. 2018. Т. 34, № 5 (203). С. 446–453.

3. Матишов Г.Г., Степаньян О.В. Научно-исследовательское судно «Денеб»: 10 лет морских научных исследований // Морской гидрофизический журнал. 2018. Т. 34, № 6 (204). С. 548–555.
4. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Григоренко К.С., Харьковский В.М., Поважный В.В., Польшин В.В., Соьер В.Г. Морские экспедиционные исследования на научно-исследовательских судах «Денеб» и «Профессор Панов» в 2013 г. // Океанология. 2015. Т. 55, № 5. С. 861–865. doi: 10.7868/S0030157415050135.
5. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Григоренко К.С., Харьковский В.М., Поважный В.В., Соьер В.Г. Особенности гидролого-гидрохимического режима Азовского и Черного морей в 2013 г. // Вестник Южного научного центра РАН. 2015. Т. 11, № 2. С. 36–44.
6. Буклет «Экспедиционное оборудование ЮНЦ РАН». URL: [http://www.ssc-ras.ru/ru/sciencelab/yekspedicionnoe\\_oborudovanie/](http://www.ssc-ras.ru/ru/sciencelab/yekspedicionnoe_oborudovanie/) (дата обращения 08.04.2019).
7. РД 52.04.316-92. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Методики выполнения гидрометеорологических наблюдений на судах. Часть 2. Гидрометеорологические наблюдения на судовых станциях, проводимые штатными наблюдателями. Книга 2. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200068358> (дата обращения 08.04.2019).
8. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Изд. 2-е / Под ред. Г.С. Иванова. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 725 с.
9. Пляка П.С., Поважный В.В., Валов Г.В. Автономные флюориметрические комплексы контроля параметров водной среды // Системы контроля окружающей среды — 2017 : тезисы докладов Межд. науч.-тех. конф. (г. Севастополь, 6–9 ноября 2017 г.). Севастополь: Изд-во Института природно-технических систем, 2017. С. 29.
10. NOAA Atlas NESDIS 78. Atlas of climatic changes in nine large marine ecosystems of the Northern Hemisphere (1827–2013) / G.G. Matishov, S.V. Berdnikov, A.P. Zhichkin, S.L. Dzhenyuk, I.V. Smolyar, V.V. Kulygin, N.A. Yaitskaya, V.V. Povazhniy, I.V. Sheverdyaev, S.V. Kumpan, I.A. Tretyakova, A.E. Tsygankova, N.N. D'yakov, V.V. Fomin, D.N. Klochkov, B.M. Shatohin, V.V. Plotnikov, N.M. Vakulskaya, V.A. Luchin, A.A. Kruts. (Eds.). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 2014. 131 p.
11. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Дашкевич Л.В., Бердников С.В., Кулыгин В.В., Архипова О.Е. Методология и опыт разработки климатических атласов // Труды Южного научного центра РАН. 2009. Т. 4. С. 21–48.
12. Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Сравнительный анализ среднемноголетнего распределения температуры воды Азовского моря по сезонам // Вестник Южного научного центра РАН. 2008. Т. 4, № 3. С. 64–72.
13. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Kulygin V., Archipova O., Chikin A., Shabas I., Baranova O., Smolyar I. NOAA Atlas NESDIS 65. Climatic atlas of the Sea of Azov 2008 / G. Matishov, S. Levitus. (Eds.). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 2008. 148 p.
14. Гершанович Д.Е., Гоптарев Н.П., Затучная Б.М., Симонов А.И. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 5. Азовское море. СПб: Гидрометеоздат, 1991. 236 с.
15. Гидрометеорологический справочник Азовского моря / Под ред. А.А. Аксенова. Л.: Гидрометеоздат, 1962. 854 с.
16. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Т. 3. Азовское море. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 218 с.
17. Куропаткин А.П., Жукова С.В., Шишкин В.М., Сидилева Е.П., Ильяхина Т.А., Подмарева Т.И. Особенности пространственно-временной структуры температуры воды Азовского моря в период теплонакопления // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна (2004–2005 гг.): сб. науч. тр. АзНИИРХ. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, Медиа-Пресс, 2006. С. 49–54.
18. Дашкевич Л.В. Средние температура воды и соленость Азовского моря — региональные аспекты // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2018. Вып. 3. С. 14–20. doi: 10.23885/2500-123x-2018-2-3-14-20.
19. Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Анализ климатических факторов по данным наземных наблюдений и спутниковым снимкам на примере Таганрогского залива // Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем : матер. Всерос. конф. «Экология. Экономика. Информатика» (п. Дюрсо, 4–9 сентября 2017 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2017. Т. 1, № 2. С. 216–226.
20. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Baranova O., Smolyar I. NOAA Atlas NESDIS 59. Climatic atlas of the Sea of Azov 2006 / S. Levitus, G. Matishov. (Eds.). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 2006. 105 p.
21. Матишов Д.Г., Ильин Г.В., Моисеев Д.В. Сезонная термохалинная изменчивость водных масс в Таганрогском заливе Азовского моря // Вестник Южного научного центра РАН. 2007. Т. 3, № 1. С. 28–35.
22. Сорокина В.В., Кулыгин В.В. Долговременная изменчивость относительной прозрачности вод Азовского моря // Океанология. 2013. Т. 53, № 3. С. 324–331.
23. Кушнир В.М., Бердников С.В. Концентрация взвеси и хлорофилла  $\alpha$  в Азовском море по данным контактных измерений и космических снимков // Азовское море, Керченский пролив и предпроливные зоны в

Черном море: проблемы управления прибрежными территориями для обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования : матер. русско-украинского науч. семинара (г. Ростов-на-Дону, 8 июня 2011 г.) / Под ред. Г.Г. Матишова, В.А. Иванова. Ростов-н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. С. 50–57.

24. Кушнир В.М., Поважный В.В., Бердников С.В. Минеральная и органическая компоненты взвеси по данным космических съемок и непосредственных измерений в Азовском море и Керченском проливе // Морской гидрофизический журнал. 2014. № 2. С. 22–31.
25. Дашкевич Л.В. Среднеголетнее пространственное распределение абсолютного содержания растворенного кислорода в поверхностном слое Азовского моря // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2016. Т. 2, вып. 1. С. 48–55.
26. Кулыгин В.В., Дашкевич Л.В., Герасюк В.С. Возникновение дефицита кислорода в водах Таганрогского залива при различных гидрометеорологических ситуациях // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук: Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки» (г. Ростов-на-Дону, 13–16 декабря 2017 г.) / Под ред. Г.Г. Матишова. Ростов-н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. С. 253–256.
27. Матишов Г.Г. Батиметрия и закономерности формирования рельефа дна Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. Т. 8. С. 31–42.
28. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. Новые принципы представления циркуляции вод Азовского моря // Труды Южного научного центра РАН. 2009. Т. 4. С. 196–203.
29. Матишов Г.Г., Польшин В.В., Болдырев М.А., Мысливец В.И., Маев Е.Г., Зверев А.С. Новые представления о голоценовых отложениях шельфа Азовского моря (по данным картирования и сейсмопрофилирования дна) // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. Т. 9. С. 42–50.

## REFERENCES

1. Matishov G.G., Berdnikov S.V., Stepan'yan O.V. Morskoe nauchnoye issledovaniya na NIS "Deneb" i NIS "Professor Panov" v Azovskom i Chernom moryakh v 2017 g. [Marine scientific research on the board of R/V "Deneb" and R/V "Professor Panov" in the Azov and

Black Seas in 2017]. In: *Ekspeditsionnye issledovaniya na nauchno-issledovatel'skikh sudakh FANO Rossii i arhipelage Shpitsbergen v 2017 g. : tezisy konferentsii "Itogi ekspeditsionnykh issledovaniy na nauchnykh sudakh FANO Rossii" (g. Moskva, 21–22 fevralya 2018 g.)* [Expeditionary research on the board of research vessels of the FASO Russia (the Federal Agency for Scientific Organizations) in the archipelago of Svalbard in 2017. Proceedings of the Conference "Results of expeditionary research on the board of research vessels of the FASO Russia (the Federal Agency for Scientific Organizations)" (Moscow, 21–22 February, 2018)]. R.I. Nigmatulin, S.K. Konovalov, N.I. Golubeva. (Eds.). Moscow: MGI RAN [Marine Hydrophysical Institute of RAS] Publ., 2018, pp. 147–149. (In Russian).

2. Matishov G.G., Stepan'yan O.V. Nauchno-issledovatel'skoe sudno "Professor Panov": 15 let morskikh nauchnykh issledovaniy [R/V "Professor Panov": 15 years of marine scientific research]. *Morskoy gidrofizicheskiy zhurnal [Physical Oceanography]*, 2018, vol. 34, no. 5 (203), pp. 446–453. (In Russian).
3. Matishov G.G., Stepan'yan O.V. Nauchno-issledovatel'skoe sudno "Deneb": 10 let morskikh nauchnykh issledovaniy [Research vessel "Deneb": 10 years of marine scientific research]. *Morskoy gidrofizicheskiy zhurnal [Physical Oceanography]*, 2018, vol. 34, no. 6 (204), pp. 548–555. (In Russian).
4. Matishov G.G., Stepan'yan O.V., Grigorenko K.S., Khar'kovskiy V.M., Povazhnyy V.V., Pol'shin V.V., Soyev V.G. Morskoe ekspeditsionnye issledovaniya na nauchno-issledovatel'skikh sudakh "Deneb" i "Professor Panov" v 2013 g. [Marine investigations on the research vessels Deneb and Professor Panov during expeditions in 2013]. *Okeanologiya [Oceanology]*, 2015, vol. 55, no. 5, pp. 861–865. doi: 10.7868/S0030157415050135. (In Russian).
5. Matishov G.G., Stepan'yan O.V., Grigorenko K.S., Khar'kovskiy V.M., Povazhnyy V.V., Soyev V.G. Osobennosti gidrologo-gidrokhimicheskogo rezhima Azovskogo i Chernogo morey v 2013 g. [Specific features of hydrological and hydrochemical conditions of the Sea of Azov and the Black Sea in 2013]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN [SSC RAS Bulletin]*, 2015, vol. 11, no. 2, pp. 36–44. (In Russian).
6. Buklet "Ekspeditsionnoye oborudovaniye YuNTs RAN" [Booklet "Expeditionary equipment of the SSC RAS"]. Available at: [http://www.ssc-ras.ru/ru/sciencelab/yekspeditsionnoye\\_oborudovaniye/](http://www.ssc-ras.ru/ru/sciencelab/yekspeditsionnoye_oborudovaniye/) (accessed 08.04.2019). (In Russian).
7. RD 52.04.316-92. Nastavlenie gidrometeorologicheskimi stantsiyami i postami. Vypusk 9. Metodiki vypolneniya gidrometeorologicheskikh nablyudeniy na sudakh. Chast' 2. Gidrometeorologicheskie nablyudeniya na sudovykh stantsiyakh, provodimyye shtatnymi nablyudatelyami. Kniga 2 [Instruction to hydrometeorological stations and centers. Issue 9. Methodologies for hydrometeorological observations on the board of vessels. Part 2.

- Hydrometeorological observations at shipboard stations, conducted by authorized observers. Book 2]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200068358> (accessed 08.04.2019). (In Russian).
8. Rukovodstvo po gidrologicheskim rabotam v okeanakh i moryakh. Izd. 2-e [Handbook on hydrological works in oceans and seas. The 2<sup>nd</sup> ed.]. G.S. Ivanov. (Ed.). Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1977, 725 p. (In Russian).
  9. Plyaka P.S., Povazhnyy V.V., Valov G.V. Avtonomnye flyuorimetricheskie komplekсы kontrolya parametrov vodnoy sredy [Autonomous fluorimetric kits for aquatic environmental control]. In: *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy — 2017 : tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (g. Sevastopol', 6–9 noyabrya 2017 g.)* [Monitoring systems of environment — 2017. Proceedings of the International Research and Technical Conference (Sevastopol, 6–9 November, 2017)]. Sevastopol: Institut prirodno-tekhnicheskikh sistem [Institute of Natural and Technical Systems] Publ., 2017, pp. 29. (In Russian).
  10. NOAA Atlas NESDIS 78. Atlas of climatic changes in nine large marine ecosystems of the Northern Hemisphere (1827–2013) / G.G. Matishov, S.V. Berdnikov, A.P. Zhichkin, S.L. Dzhenyuk, I.V. Smolyar, V.V. Kulygin, N.A. Yaitskaya, V.V. Povazhnyy, I.V. Sheverdyaev, S.V. Kumpan, I.A. Tretyakova, A.E. Tsygankova, N.N. D'yakov, V.V. Fomin, D.N. Klochkov, B.M. Shatohin, V.V. Plotnikov, N.M. Vakulskaya, V.A. Luchin, A.A. Kruts. (Eds.). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 2014. 131 p.
  11. Matishov G.G., Matishov D.G., Gargopa Yu.M., Dashkevich L.V., Berdnikov S.V., Kulygin V.V., Arkhipova O.E. Metodologiya i opyt razrabotki klimaticheskikh atlasov [Methodology and experience in the development of climatic atlases]. *Trudy Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Southern Scientific Centre of the RAS], 2009, vol. 4, pp. 21–48. (In Russian).
  12. Dashkevich L.V., Kulygin V.V. Sravnitel'nyy analiz srednemnogoletnego raspredeleniya temperatury vody Azovskogo morya po sezonam [Comparative analysis of average long-term distribution of temperature of water of the Sea of Azov through seasons]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [SSC RAS Bulletin], 2008, vol. 4, no. 3, pp. 64–72. (In Russian).
  13. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Kulygin V., Arkhipova O., Chikin A., Shabas I., Baranova O., Smolyar I. NOAA Atlas NESDIS 65. Climatic atlas of the Sea of Azov 2008. G. Matishov, S. Levitus. (Eds.). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 2008, 148 p.
  14. Gershanovich D.E., Goptarev N.P., Zatuchnaya B.M., Simonov A.I. Gidrometeorologiya i gidrokimiya morey SSSR. T. 5. Azovskoe more [Hydrometeorology and hydrochemistry of the USSR seas. Vol. 5. The Sea of Azov]. Saint-Petersburg: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1991, 236 p. (In Russian).
  15. Gidrometeorologicheskii spravochnik Azovskogo morya [Hydrometeorological directory of the Sea of Azov]. A.A. Aksenov. (Ed.). Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1962, 854 p. (In Russian).
  16. Gidrometeorologicheskie usloviya shel'fovoy zony morey SSSR. T. 3. Azovskoe more [Hydrometeorological conditions of a shelf zone of the USSR seas. Vol. 3. The Sea of Azov]. Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1986, 218 p. (In Russian).
  17. Kuropatkin A.P., Zhukova S.V., Shishkin V.M., Sidileva E.P., Il'yakhina T.A., Podmareva T.I. Osobennosti prostranstvenno-vremennoy struktury temperatury vody Azovskogo morya v period teplonakopleniya [Specific features of spatial and temporal structure of water temperature in the Sea of Azov during heat build-up period]. In: *Osnovnye problemy rybnogo khozyaystva i okhrany rybokhozyaystvennykh vodoemov Azovo-Chernomorskogo basseyna (2004–2005 gg.) : sbornik nauchnykh trudov AzNIIRKH* [The main problems of fisheries and protection of waterbodies with fisheries in the Azov and Black Sea Basin (2004–2005). Collection of research papers of AzNIIRKH]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., Media-Press, 2006, pp. 49–54. (In Russian).
  18. Dashkevich L.V. Srednie temperatura vody i solenost' Azovskogo morya — regional'nye aspekty [Regional aspects of average annual water temperature and average salinity of the Sea of Azov]. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Geoinformatsionnye tekhnologii i kosmicheskii monitoring* [Ecology. Economy. Informatics. Geoinformation technologies and space monitoring], 2018, issue 3, pp. 14–20. doi: 10.23885/2500-123x-2018-2-3-14-20. (In Russian).
  19. Dashkevich L.V., Kulygin V.V. Analiz klimaticheskikh faktorov po dannym nazemnykh nablyudeniy i sputnikovym snimkam na primere Taganrogskogo zaliva [Analysis of climate factors following the data from ground-based observations and satellite images, through the example of the Taganrog Bay]. In: *Sistemnyy analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem : materialy Vserossiyskoy konferentsii "Ekologiya. Ekonomika. Informatika" (p. Dyurso, 4–9 sentyabrya 2017 g.)* [System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems. Proceedings of the All-Russian Conference "Ecology. Economy. Informatics" (Dyurso, 4–9 September, 2017)]. Rostov-on-Don: Yuzhnyy federal'nyy universitet [Southern Federal University] Publ., 2017, vol. 1, no. 2, pp. 216–226. (In Russian).
  20. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Baranova O., Smolyar I. NOAA Atlas NESDIS 59. Climatic atlas of the Sea of Azov 2006.

- S. Levitus, G. Matishov. (Eds.). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 2006, 105 p.
21. Matishov D.G., Il'in G.V., Moiseev D.V. Sezonnaya termokhalinnaya izmenchivost' vodnykh mass v Taganrogskom zalive Azovskogo morya [Seasonal thermohaline variability of water mass in the Taganrog Bay of the Azov Sea ]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN [SSC RAS Bulletin]*, 2007, vol. 3, no. 1, pp. 28–35. (In Russian).
  22. Sorokina V.V., Kulygin V.V. Dolgovremennaya izmenchivost' otnositel'noy prozrachnosti vod Azovskogo morya [Long-term variability of the water transparency (Secchi Depth) in the Sea of Azov]. *Okeanologiya [Oceanology]*, 2013, vol. 53, no. 3, pp. 324–331. (In Russian).
  23. Kushnir V.M., Berdnikov S.V. Kонтсentratsiya vzvesi i khlorofilla  $\alpha$  v Azovskom more po dannym kontaktnykh izmereniy i kosmicheskikh snimkov [Content of suspended matter and chlorophyll  $\alpha$  in the Sea of Azov, based on the data from contact measurements and satellite images]. In: *Azovskoe more, Kerchenskiy proliv i predprolivnye zony v Chernom more: problemy upravleniya pribrezhnymi territoriyami dlya obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti i ratsional'nogo prirodopol'zovaniya : materialy russko-ukrainskogo nauchnogo seminara (g. Rostov-na-Donu, 8 iyunya 2011 g.) [The Sea of Azov, the Kerch Strait and pre-strait areas in the Black Sea: problems of coastal area management, ensuring environmental safety and sustainable exploitation of natural resources. Proceedings of the Russian-Ukrainian Scientific Workshop (Rostov-on-Don, 8 June, 2011)]*. G.G. Matishov, V.A. Ivanov. (Eds.). Rostov-on-Don: Yuzhnyy nauchnyy tsentr RAN [Southern Scientific Centre of the RAS] Publ., 2012, pp. 50–57. (In Russian).
  24. Kushnir V.M., Povazhnyy V.V., Berdnikov S.V. Mineral'naya i organicheskaya komponenty vzvesi po dannym kosmicheskikh s"emok i neposredstvennykh izmereniy v Azovskom more i Kerchenskom prolive [Mineral and organic components of suspension derived from space surveys and direct measurements in the Azov Sea and the in the Kerch Strait]. *Morskoy gidrofizicheskiy zhurnal [Physical Oceanography]*, 2014, no. 2, pp. 22–31. (In Russian).
  25. Dashkevich L.V. Srednemноголетnee prostranstvennoe raspredelenie absolyutnogo soderzhaniya rastvorennoho kisloroda v poverkhnostnom sloe Azovskogo morya [Long-time average spatial distribution of dissolved oxygen concentration in the surface layer of the Sea of Azov]. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Geoinformatsionnye tekhnologii i kosmicheskiiy monitoring [Ecology. Economy. Informatics. Geoinformation technologies and space monitoring]*, 2016, vol. 2, issue 1, pp. 48–55. (In Russian).
  26. Kulygin V.V., Dashkevich L.V., Gerasyuk V.S. Vozniknovenie defitsita kisloroda v vodakh Taganrogskogo zaliva pri razlichnykh gidrometeorologicheskikh situatsiyakh [Development of oxygen deficiency in the waters of the Taganrog Bay under various hydrometeorological conditions]. In: *Materialy nauchnykh meropriyatiy, priurochennykh k 15-letiyu Yuzhnogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk: Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma "Dostizheniya akademicheskoy nauki na Yuge Rossii"; Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii "Okeanologiya v XXI veke: sovremennye fakty, modeli, metody i sredstva" pamyati chlena-korrespondenta RAN D.G. Matishova; Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii "Akvakul'tura: mirovoy opyt i rossiyskie razrabotki" (g. Rostov-na-Donu, 13–16 dekabrya 2017 g.) [Proceedings of the scientific events, dedicated to the 15<sup>th</sup> Anniversary of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences: International Scientific Forum "Achievements of academic science in the south of Russia", International Youth Scientific Conference "Oceanology in the 21<sup>st</sup> century: contemporary facts, models, methods, and means" in memory of corresponding-member of the RAS D.G. Matishov, and All-Russian Scientific Conference "Aquaculture: world practices and Russian developments" (Rostov-on-Don, 13–16 December, 2017)]*. G.G. Matishov. (Ed.). Rostov-on-Don: Yuzhnyy nauchnyy tsentr RAN [Southern Scientific Centre of the RAS] Publ., 2017, pp. 253–256. (In Russian).
  27. Matishov G.G. Batimetriya i zakonomernosti formirovaniya rel'efa dna Azovskogo morya [Bathymetry and formation regularities of the bottom topography of the Sea of Azov]. In: *Ekosistemnye issledovaniya Azovskogo, Chernogo, Kaspiyskogo morey [Ecosystem studies of the Sea of Azov, Black, and Caspian Seas]*. Apatity: Kol'skiy nauchnyy tsentr RAN [Kola Science Centre of the RAS] Publ., 2006, vol. 8, pp. 31–42. (In Russian).
  28. Matishov G.G., Matishov D.G. Novye printsipy predstavleniya tsirkulyatsii vod Azovskogo morya [New principles of presentation of the Azov Sea waters circulation]. *Trudy Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN [Proceedings of the Southern Scientific Centre of the RAS]*, 2009, vol. 4, pp. 196–203. (In Russian).
  29. Matishov G.G., Pol'shin V.V., Boldyrev M.A., Myslivets V.I., Maev E.G., Zverev A.S. Novye predstavleniya o golotsenovykh otlozheniyakh shel'fa Azovskogo morya (po dannym kartirovaniya i seysmoprofilirovaniya dna) [New concepts of Holocene deposits of the Azov Sea shelf (based on bottom mapping and seismoprofiling data)]. In: *Ekosistemnye issledovaniya Azovskogo, Chernogo, Kaspiyskogo morey [Ecosystem studies of the Sea of Azov, Black, and Caspian Seas]*. Apatity: Kol'skiy nauchnyy tsentr RAN [Kola Science Centre of the RAS] Publ., 2007, vol. 9, pp. 42–50. (In Russian).

Поступила 07.06.2019

Принята к печати 23.07.2019