СТАТЬИ

УДК 504:574.587(262.54)
DOI 10.17513/use.38550

CC BY 4.0

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА АЗОВСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ 2025 ГОДА

[1,2]Волощук М. С., [1,3]Ничаевский А. А., [1]Елфимова Н. С., [1]Бондарев С. В., [1]Трушков А. В., [1]Жукова С. В., [2]Беспалова Л. А.

[1]Южный филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Ростов-на-Дону, Российская Федерация, e-mail: mixail.voloshhuk@gmail.com;
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Институт наук о Земле, Ростов-на-Дону, Российская Федерация;
[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Представлены результаты оценки экологического состояния макрозообентоса Азовского моря по материалам гидробиологических и гидрологических съёмок 2025 года. Проанализированы таксономический состав, численность, биомасса, структура доминирования и показатели биоразнообразия донных сообществ Таганрогского залива и собственно моря. В исследованной акватории зарегистрировано около 45 таксонов макрозообентоса. Установлена выраженная пространственная неоднородность сообществ: наиболее сбалансированная структура отмечена в центральной части Таганрогского залива и восточном районе моря, тогда как в южной части собственно моря выявлено усиление доминирования отдельных таксонов. Основную долю общей биомассы, превышающую 90%, формировали двустворчатые моллюски. Сопоставление гидробиологических и гидрологических данных показало наиболее выраженную связь биомассы макрозообентоса с придонной солёностью. По мере увеличения солёности возрастала роль морских и эвригалинных видов, прежде всего крупных двустворчатых моллюсков. Особое значение имел инвазивный вид *Anadara kagoshimensis*, биомасса которого положительно коррелировала с придонной солёностью. Полученные результаты свидетельствуют о продолжающейся перестройке донных сообществ Азовского моря в условиях современного осолонения. Наиболее высокие значения биомассы отмечены в северном, западном и южном районах собственно Азовского моря.

Ключевые слова: Азовское море, геоэкологическое состояние, макрозообентос, биомасса, биоразнообразие, солёность, донные сообщества

Благодарности: *авторы выражают благодарность Живоглядовой Любови Александровне за научное наставничество, ценные рекомендации и консультативную поддержку при подготовке исследования.*

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE MACROZOOBENTHOS OF THE SEA OF AZOV ACCORDING TO THE DATA OF 2025

[1,2]Voloshchuk M. S., [1,3]Nichaevskiy A. A., [1]Elfimova N. S., [1]Bondarev S. V., [1]Trushkov A. V., [1]Zhukova S. V., [2]Bespalova L. A.

[1]The Southern branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography", Rostov-on-Don, Russian Federation, e-mail: mixail.voloshhuk@gmail.com;
[2]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Southern Federal University", Institute of Earth Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation;
[3]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Donskoy State Technical University", Rostov-on-Don, Russian Federation

The results of the assessment of the ecological state of the macrozoobenthos of the Sea of Azov are presented based on the materials of hydrobiological and hydrological surveys conducted in 2025. The taxonomic composition, abundance, biomass, dominance structure, and biodiversity indicators of the bottom communities of the Taganrog Bay and the sea itself have been analysed. Approximately 45 macrozoobenthos taxa have been recorded in the studied water area. A pronounced spatial heterogeneity of communities has been established: the most balanced structure is noted in the central part of the Taganrog Bay and the eastern region of the sea, while in the southern part of the sea proper, an increased dominance of individual taxa has been revealed. The main share of the total biomass, exceeding 90%, was formed by bivalves. A comparison of hydrobiological and hydrological data showed the most pronounced relationship between macrozoobenthos biomass and bottom salinity. As salinity increased, the role of marine and euryhaline species, primarily large bivalves, increased. Of particular importance was the invasive species Anadara kagoshimensis, whose biomass positively correlated with bottom salinity. The results obtained indicate the ongoing restructuring of the bottom communities of the Sea of Azov in the conditions of modern salinization. The highest biomass values were observed in the northern, western, and southern regions of the Sea of Azov proper.

Keywords: Sea of Azov, geoecological assessment, macrozoobenthos, biomass, biodiversity, salinity, benthic communities

Acknowledgements: *The authors express their sincere gratitude to Lyubov Aleksandrovna Zhivoglyadova for her scientific mentorship, valuable recommendations, and advisory support during the preparation of this study.*

Введение

Азовское море представляет собой полузамкнутый водоём, соединённый с Чёрным морем через Керченский пролив. Площадь его акватории составляет около 39 тыс. км², протяжённость достигает примерно 340 км, а наибольшая ширина – около 135 км. Средняя глубина моря составляет около 7 м, максимальная – приблизительно 14 м, благодаря чему Азовское море относится к числу наиболее мелководных морей мира [1].

По данным настоящего исследования, наиболее распространённым типом донного грунта является смесь ила и ракушки, которая существенно превосходит по встречаемости как чисто илистые, так и ракушечные или ракушечно-песчаные отложения. Это указывает на широкое развитие смешанных донных субстратов в Азовском море и подчёркивает их ведущую роль в формировании условий обитания донных гидробионтов. Изменения гидробиологических показателей Азовского моря изучаются давно и демонстрируют пространственную динамику [2; 3]. Современное осолонение связывают с маловодьем и ростом испарения [4]. Для Таганрогского залива показана связь солёности с устойчивостью водных масс, развитием придонной гипоксии и первичным продуцированием органического вещества [5].

Цель исследования – оценить экологическое состояние макрозообентоса Азовского моря по данным гидробиологических и гидрологических съёмок 2025 года и выявить влияние гидрологических условий на пространственную изменчивость биомассы донных сообществ.

Материалы и методы исследования

Отбор проб осуществлялся дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,1 м². Материалы обрабатывали согласно методическим рекомендациям [6]. Промывку бентосных проб осуществляли через сита с диаметром ячеи фильтрации в 1 мм, после чего фиксировали 75%-ным этиловым спиртом [7]. Камеральную обработку проб проводили под бинокуляром. Статистическая систематизация данных, а также расчёт коэффициента Спирмена проводилась в программе Past.

Для измерения гидрометеорологических характеристик использовались следующие приборы: температура воздуха – аспирационный психрометр МВ-4-М, погрешность измерения от ± 2 до ±6%; температура воды – термометр ТМ-10, точность определения – 0,2 °С; скорость ветра определялась анемометром (АРЭ-М); направление ветра определялось приборами судовой навигации (румбы); волнение оценивалось визуально (в баллах); глубина определялась приборами судовой навигации (м); отбор проб воды осуществлялся батометрами ГР-18, Нискина [6]. Схема отбора проб представлена на рисунке 1.

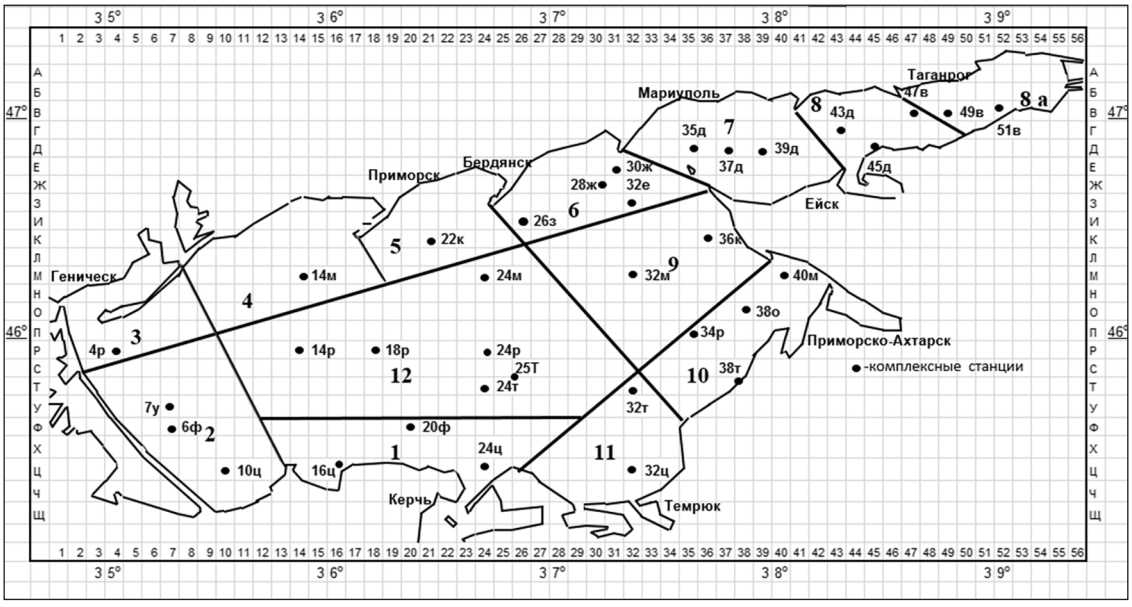


Рис. 1. Схема расположения комплексных станций гидробиологических и гидрологических исследований в Азовском море в 2025 г.
Примечание: составлено авторами по материалам экспедиционных съёмок 2025 года

Результаты исследования и их обсуждение

Таксономический состав

В обследованной акватории Азовского моря, включая Таганрогский залив, в 2025 году зарегистрировано порядка 45 макрозообентосных таксонов. Доминируют моллюски (брюхоногие и двустворчатые) и многощетинковые кольчатые черви. Моллюски обеспечивают подавляющий вклад в биомассу (>90% от общей биомассы). Так, большинство биомассы приходится на крупных моллюсков, таких как *Anadara kagoshimensis, Mytilaster lineatus, Mytilus galloprovincialis*.

Имеются также явные инвазивные компоненты: зарегистрирован инвазивный двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis*, нативный ареал которого расположен в Азиатско-Тихоокеанском регионе (префектура Кагосима, Япония) [8]. Повсеместно отмечаются азово-черноморские инвазивы: мелкий голландский краб *Rhithropanopeus harrisii*, *Amphibalanus improvisus*, а также средиземноморская разновидность мидии – *Mytilus galloprovilincialis*. В литературе также описана находка азиатской мидии *Arcuatula senhousia* в Керченском проливе [9]. Показатели ведущих таксонов по полной гидробиологической выборке приведены в таблице 1.

Пространственное распределение

Численность и биомасса макрозообентоса распределялись по акватории неравномерно. Наиболее выраженные локальные участки повышенной численности были приурочены к южной и западной частям моря; высокие значения биомассы отмечались преимущественно в северной, западной и южной частях. Пространственное распределение обоих показателей представлено на рисунке 2.

В Таганрогском заливе и собственно море численность макрозообентоса, как правило, не превышала 4 тыс. экз./кв. м. Ядра повышенной плотности были приурочены к южному и западному районам, где высокой численности достигали остракоды. Собственно море – биомасса резко возрастает в северной, западной и южной частях (1600-1800 г/м²), падает в центральной и восточной (580-613 г/м²). Численность максимальна на юге (более 21 тыс. экз/м² за счёт мелких ракообразных).

Таблица 1

Структура доминирования макрозообентоса в Азовском море

Таксон	Средняя биомасса, г/м²	Частота встречаемости, %	Район наибольшей встречаемости	Примечание
Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906)	731,17	75,8	Восточный район	инвазивный вид
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	124,76	42,4	Таганрогский залив	-
Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819)	58,24	24,2	Центральный район	-
Mya arenaria (Linnaeus, 1758)	47,15	12,1	Таганрогский залив	вселенец (натурализованный)
Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	33,80	78,8	Таганрогский залив	инвазивный вид
Rhithropanopeus harrisii (Gould, 1841)	8,06	42,4	Таганрогский залив	инвазивный вид
Alitta succinea (Leuckart, 1847)	3,99	60,6	Центральный район	-
Nephtys hombergii Savigny (Lamarck, 1818)	3,78	100,0	Центральный район	-
Ascidiella aspersa (Müller, 1776)	3,20	3,0	Центральный район	инвазивный вид
Mytilaster lineatus	3,12	18,2	Центральный район	-

Примечание: частота встречаемости рассчитана по 33 станционным пробам с учётом всех размерных групп таксона; каждая проба учитывается однократно. Районные и акваториальные средние из подсчёта исключены.

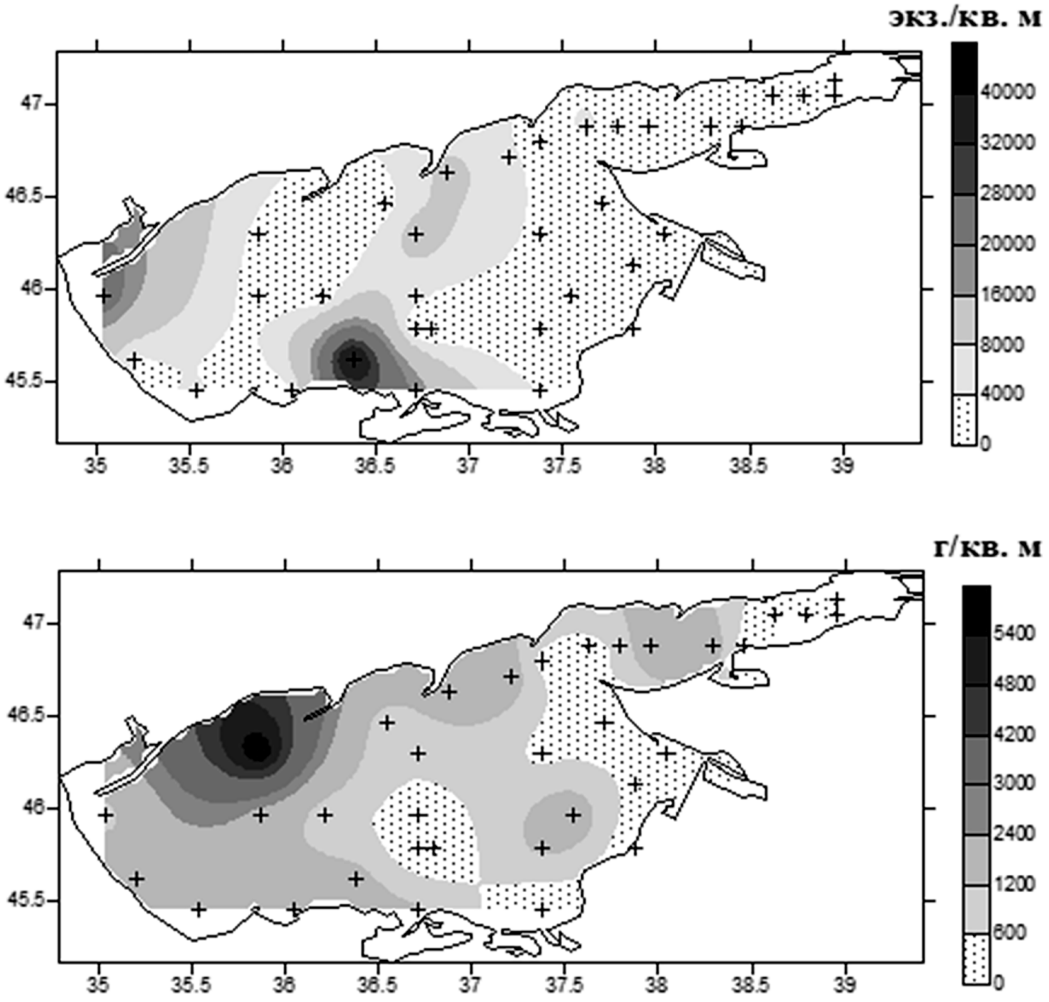


Рис. 2. Пространственное распределение численности и биомассы зообентоса в 2025 г. Примечание: составлено авторами по материалам экспедиционных съёмок 2025 года

Сопоставление с гидрологическими данными

Сопоставление пространственного распределения общей биомассы макрозообентоса с гидрологическими характеристиками показало наиболее выраженную сопряжённость с придонной солёностью. Особенно отчётливо данная закономерность проявляется в Таганрогском заливе, где увеличение средней придонной солёности от 9,34‰ в восточной части до 11,82‰ в центральной и 13,84‰ в западной сопровождается последовательным ростом средней биомассы с 110,6 до 670,1 и 1015,9 г/м² соответственно. Одновременно происходит смена основных таксонов: от преобладания *Amphibalanus improvisus* в наиболее опреснённой части к доминированию крупных двустворчатых моллюсков *Cerastoderma glaucum* и *Mya arenaria* при повышении солёности. Средние показатели биомассы, численности и таксономического богатства по районам представлены на рисунке 3, а три ведущих таксона каждого района и их доли в общей биомассе приведены в таблице 2.

Наиболее выраженная сопряжённость с гидрологическими условиями установлена для биомассы *Anadara kagoshimensis*. Выявлена сильная положительная корреляция биомассы вида с придонной солёностью (ρ Спирмена = 0,858; $p = 6{,}6 \times 10^{-10}$; $n = 31$) [10]. В наиболее опреснённых центральной и восточной частях Таганрогского залива роль *A. kagoshimensis* в формировании биомассы невелика, тогда как в собственно морской части Азовского моря при солёности порядка 15,5-16,6‰ вид в большинстве районов становится основным биомассообразующим компонентом, формируя до 88-96% общей биомассы. Районные показатели совмещённой выборки приведены в таблице 3.

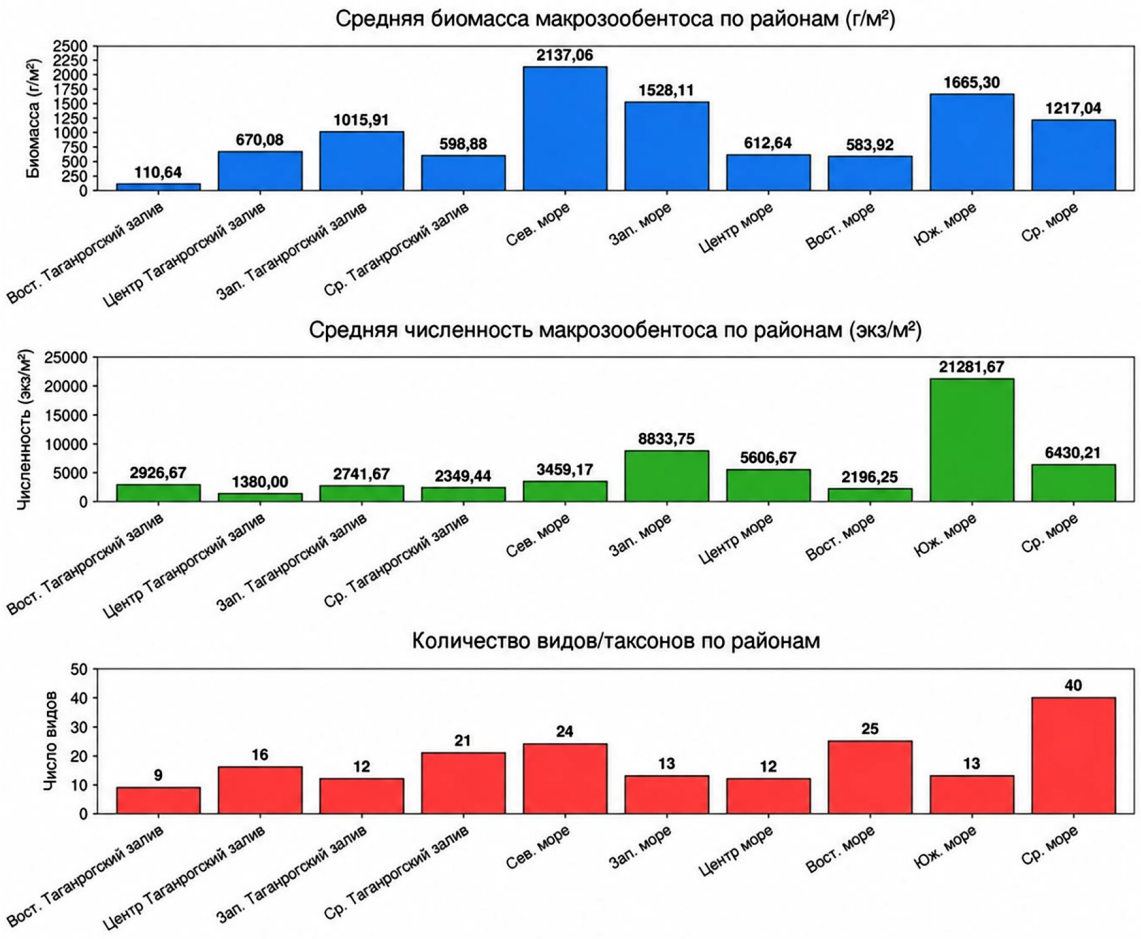


Рис. 3. Графическое представление средних показателей биомассы, численности, таксономического разнообразия
Примечание: составлено авторами по полной гидробиологической выборке 2025 года

Таблица 2

Ведущие таксоны макрозообентоса
по средней биомассе в Азовском море по данным 2025 г.

Район	Первое место	Второе место	Третье место
Таганрогский залив – восток	*Amphibalanus improvisus* – 80,50 г/м² (72,8%)	*Alitta succinea* – 21,33 (19,3%)	*Rhithropanopeus harrisii* – 5,26 (4,8%)
Таганрогский залив – центр	*Cerastoderma glaucum* – 574,13 г/м² (85,7%)	*Mya arenaria* – 68,46 (10,2%)	*Rhithropanopeus harrisii* – 10,57 (1,6%)
Таганрогский залив – запад	*Cerastoderma glaucum* – 513,18 г/м² (50,5%)	*Mya arenaria* – 386,08 (38,0%)	*Anadara kagoshimensis* – 87,07 (8,6%)
Собственно море – север	*Anadara kagoshimensis* – 1595,13 г/м² (88,7%)	*Amphibalanus improvisus* – 48,88 (2,7%)	*Mytilus galloprovincialis* – 48,11 (2,7%)
Собственно море – запад	*Anadara kagoshimensis* – 1533,23 г/м² (94,0%)	*Amphibalanus improvisus* – 58,30 (3,6%)	*Cerastoderma glaucum* – 14,25 (0,9%)
Собственно море – центр	*Anadara kagoshimensis* – 586,71 г/м² (95,8%)	*Amphibalanus improvisus* – 7,22 (1,2%)	*Actinia equina* – 6,85 (1,1%)
Собственно море – восток	*Anadara kagoshimensis* – 297,02 г/м² (50,9%)	*Mytilus galloprovincialis* – 206,99 (35,4%)	*Cerastoderma glaucum* – 34,32 (5,9%)
Собственно море – юг	*Anadara kagoshimensis* – 1547,68 г/м² (92,9%)	*Mytilus galloprovincialis* – 49,94 (3,0%)	*Amphibalanus improvisus* – 43,30 (2,6%)

Примечание: составлено авторами по полной выборке гидробиологических проб 2025 года.

Таблица 3

Гидрологические показатели Азовского моря за 2025 г.

Район	Средняя биомасса, г/м²	Средняя температура дна, °C	Средняя солёность дна, ‰	Средняя скорость ветра, м/с
Таганрогский залив – восточный район	110,64	13,87	9,34	4,67
Таганрогский залив – центральный район	670,08	14,07	11,82	2,75
Таганрогский залив – западный район	1015,91	14,2	13,84	4,67
Собственно море – северный район	2137,06	14,8	16,04	5,2
Собственно море – западный район	1528,11	16,2	16,48	5,25
Собственно море – центральный район	612,64	16,9	16,1	3,6
Собственно море – восточный район	583,92	15,62	15,63	4,75
Собственно море – южный район	1665,3	17,13	16,2	3,5

Примечание: составлено авторами по собственным данным комплексных съёмок 2025 года.

Таблица 4

Коэффициенты множественной регрессии общей биомассы макрозообентоса

Предиктор	b	Стандартная ошибка	t	p	95%-ный доверительный интервал
Свободный член	0,4118	1,0615	0,388	0,7013	−1,7744; 2,5981
Солёность дна, S	0,1913	0,0513	3,726	0,0010	0,0855; 0,2970
Температура дна, T	−0,0556	0,0861	−0,646	0,5243	−0,2330; 0,1218
Скорость ветра, W	0,0735	0,0538	1,367	0,1837	−0,0372; 0,1842

Примечание: оценки получены методом наименьших квадратов; p – двусторонний уровень значимости t-критерия, 95%-ные доверительные интервалы рассчитаны при 25 остаточных степенях свободы.

Множественная линейная регрессия по 29 полным наблюдениям показала положительную связь общей биомассы макрозообентоса с придонной солёностью при учёте придонной температуры и скорости ветра. Полное уравнение модели имеет вид:

$$\log_{10}(B + 1) = 0{,}4118 + 0{,}1913S – 0{,}0556T + 0{,}0735W,$$

где B – общая биомасса макрозообентоса, г/м²; S – придонная солёность, ‰; T – придонная температура, °C; W – скорость ветра, м/с. Коэффициент детерминации $R^2 = 0{,}428$, скорректированный $R^2 = 0{,}359$; $F(3; 25) = 6{,}231$, $p = 0{,}0026$. Все коэффициенты модели, включая свободный член, представлены в таблице 4.

При уровне значимости 0,05 только солёность имела статистически значимый частный коэффициент ($b = 0{,}1913$; $p = 0{,}0010$). Коэффициенты температуры и скорости ветра статистически не отличались от нуля. Модель описывает 42,8% изменчивости логарифмированной биомассы; сама по себе эта связь не устанавливает причинного влияния солёности.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в октябре 2025 года пространственная изменчивость биомассы макрозообентоса Азовского моря в наибольшей степени соответствовала градиенту. В Таганрогском заливе по мере роста придонной солёности от восточной части к западной средняя биомасса возрастала от 110,6 до 1015,9 г/м², что указывает на вы-

раженную перестройку донных сообществ вдоль градиента солёности. В собственно море наиболее высокие значения биомассы также были приурочены к районам с повышенной солёностью около 16‰. В периоды повышения солёности усиливается роль морских и эвригалинных видов, прежде всего двустворчатых моллюсков, а в последние десятилетия – и инвазивных форм вроде *Anadara kagoshimensis*, способных формировать очень высокую биомассу.

Полученные результаты показывают, что современное состояние макрозообентоса Азовского моря в 2025 году характеризуется выраженной пространственной неоднородностью по биомассе, численности и структуре сообществ. В пределах залива по мере перехода от восточной части к центральной и западной возрастает не только средняя биомасса, но и сложность организации сообществ. В собственно море распределение биомассы остаётся более контрастным: максимальные значения отмечены в северном, западном и южном районах, тогда как в центральной и восточной частях биомасса ниже. Это указывает на неодинаковые экологические условия формирования донных биоценозов в различных частях акватории [11].

С экологической точки зрения это позволяет рассматривать осолонение как один из ключевых факторов современной перестройки донных сообществ Азовского моря [12]. Повышение солёности создаёт более благоприятные условия для морских и эвригалинных видов, прежде всего для крупных двустворчатых моллюсков, формирующих основную долю общей биомассы [13]. Именно этим объясняется усиление роли таких видов, как *Anadara kagoshimensis, Cerastoderma glaucum, Mytilus galloprovincialis,* и других форм, характерных для более солёных участков акватории. Следовательно, рост биомассы в условиях современного осолонения отражает не просто количественное увеличение бентоса, а смену доминирующих компонентов донных сообществ. В большинстве районов исследования преобладают илисто-ракушечные грунты, которые создают благоприятные условия для поселения и массового развития моллюсков и других донных организмов [14]. В восточной части Таганрогского залива по данным съёмки 2025 года отмечены наименьшая средняя биомасса и более низкое таксономическое богатство по сравнению с центральной и западной частями залива (табл. 3; рис. 3).

Трансформация структуры донных сообществ в исследуемой территории проявляется в закономерной пространственной смене сообществ: от относительно опреснённых и менее разнообразных комплексов Таганрогского залива к более морским сообществам собственно Азовского моря с увеличением доли эвригалинных и инвазивных форм [15].

Заключение

В результате проведённого исследования установлено, что макрозообентос Азовского моря в 2025 году характеризовался выраженной пространственной неоднородностью по биомассе, численности и структуре сообществ. Наиболее низкие значения биомассы отмечены в восточной части Таганрогского залива, тогда как в северном, западном и южном районах собственно моря биомасса существенно выше, что отражает различия экологических условий в пределах акватории.

Сопоставление гидрологических и гидробиологических данных показало, что ведущим фактором пространственной изменчивости биомассы макрозообентоса в 2025 году являлась солёность. Корреляционный анализ выявил статистически значимую положительную связь между придонной солёностью и биомассой, тогда как температура воды и скорость ветра не продемонстрировали выраженного эффекта воздействия на развитие макрозообентоса. Это позволяет рассматривать осолонение как важнейший гидрологический фактор современной перестройки донных сообществ Азовского моря.

Современное состояние макрозообентоса Азовского моря формируется под комплексным воздействием абиотических и биотических факторов: режима солёности, типа донных грунтов и усиление роли эвригалинных и инвазивных форм. Полученные результаты подтверждают, что макрозообентос может служить надёжным индикатором гидроэкологических изменений в акватории, и представляют основу для дальнейшего мониторинга и прогноза состояния донных экосистем Азовского моря.

Список литературы

1. Бердников С. В., Дашкевич Л. В., Кулыгин В. В. Новое состояние гидрологического режима Азовского моря в XXI веке // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 503. № 1. С. 65–70. URL: https://science-journals.ru/view-article/?a=DANZem2203005Berdnikov&j=danzem&n=1&v=503&y=2022 (дата обращения: 07.04.2026). DOI: 10.31857/S2686739722030057. EDN: REQBQV.

2. Некрасова М. Я. Зообентос Азовского моря после зарегулирования стока Дона // Зоологический журнал. 1972. Т. 51. Вып. 6. С. 789–797.

3. Закутский В. П., Алдакимова А. Я., Толоконникова Л. И., Губина Г. С., Копец В. А., Некрасова М. Я. Изменение планктона и бентоса Азовского моря в условиях антропогенного воздействия // Гидробиологический журнал. 1978. Т. 14. № 1. С. 28–34.

4. Бердников С. В., Кулыгин В. В., Дашкевич Л. В. Причины стремительного роста солености воды Азовского моря в XXI веке // Морской гидрофизический журнал. 2023. Т. 39. № 6. С. 760–778. URL: https://xn--c1agq7a.xn--p1ai/repository/issues/2023/06/02/ (дата обращения: 07.04.2026). EDN: QPFZZT.

5. Косенко Ю. В., Баскакова Т. Е., Жукова С. В., Барабашин Т. О., Пятинский М. М. Влияние солености воды на развитие придонной гипоксии и уровень первичного продуцирования органического вещества в Таганрогском заливе // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 6. № 1. С. 34–47. DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_1_34.

6. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне: сб. науч.-метод. работ / под ред. С. П. Воловика, И. Г. Корпаковой. Краснодар: Изд-во АзНИИРХ, Просвещение-Юг, 2005. 352 с.

7. Жадин В. И. Методы гидробиологического исследования: учебное пособие для государственных университетов. Москва: Высшая школа, 1960. 191 с.

8. Живоглядова Л. А., Ревков Н. К., Фроленко Л. Н., Афанасьев Д. Ф. Экспансия двустворчатого моллюска Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906) в Азовском море // Российский журнал биологических инвазий. 2021. Т. 14. № 1. С. 83–94. URL: https://invasjour.sev-in.ru/issues/2021_1/Zhivoglyadova_21_1.pdf (дата обращения: 08.05.2026).

9. Ковалёв Е. А., Живоглядова Л. А., Ревков Н. К., Фроленко Л. Н., Афанасьев Д. Ф. Первая находка двустворчатого моллюска Arcuatula senhousia (Benson, 1842) в российской части Азово-Черноморского бассейна // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 3. С. 24–29. URL: https://invasjour.sev-in.ru/issues/2017_3/Kovalev_17_3.pdf (дата обращения: 23.10.2026).

10. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4. № 1. Art. 4. P. 1–9. URL: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf (дата обращения: 12.05.2026).

11. Терентьев А. С. Биоценоз *Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906)* в Керченском проливе (Азово-Черноморский бассейн) // Экосистемы. 2023. Вып. 36. С. 87–101. DOI: 10.5281/zenodo.10374274 (дата обращения: 02.06.2026).

12. Ревков Н. К., Болтачева Н. А. Донная фауна юго-западной части Азовского моря: трансформация биоценоза макрозообентоса в начале XXI века // Экосистемы. 2021. Вып. 26 (56). С. 51–66. DOI: 10.37279/2414-4738-2021-26-51-66.

13. Ревков Н. К. Особенности колонизации Чёрного моря недавним вселенцем – двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis (Bivalvia: Arcidae)* // Морской биологический журнал. 2016. Т. 1. № 2. С. 3–17. URL: https://marinebiology.ru/mbj/article/view/14 (дата обращения: 02.06.2026).

14. Любимов И. В., Колючкина Г. А., Симакова У. В., Басин А. Б. Донные биоценозы Таманского залива Азовского моря // Океанология. 2023. Т. 63. № 6. С. 936–949. URL: https://sciencejournals.ru/view-article/?a=Okean2306010Lyubimov&j=okean&n=6&v=63&y=2023 (дата обращения: 02.06.2026). DOI: 10.31857/S0030157423060102. EDN: QNBONN.

15. Булышева Н. И., Сёмин В. Л., Шохин И. В., Савикин А. И., Коваленко Е. П., Бирюкова С. В. Чужеродные виды зообентоса в экосистемах Нижнего Дона и Азовского моря на рубеже XX–XXI вв. // Труды ЮНЦ РАН. 2020. Т. VIII. С. 256–273. DOI: 10.23885/1993-6621-2020-8-256-273.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.