

Научная статья
УДК 551.583.1
EDN ICIOXI

Многолетняя динамика температуры поверхности моря в районе устрично-мидийной фермы (внешний рейд города Севастополя)

М. А. Попов

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Россия

e-mail: mark.a.popov@mail.ru

Аннотация

На основе многолетних контактных измерений 2000–2024 гг. проанализирована изменчивость температуры поверхности моря в районе устрично-мидийной фермы, расположенной у восточного мыса Карантинной бухты (мыс Лоханочка, г. Севастополь). Работа продолжает опубликованные ранее исследования за 2000–2013 гг. Температуру поверхности моря измеряли один раз в сутки метеорологическим ртутным термометром ТМ-10. Верификация была проведена по стандартным данным наблюдений морской гидрометеостанции «Херсонесский маяк», опубликованным в открытой печати. Сравнение данных показало сходные результаты в этих двух пунктах наблюдения. Многолетние (25 лет) наблюдения в районе м. Лоханочка показали значительные колебания температуры поверхности моря на межсезонном и межгодовом масштабах. Разность между максимальной и минимальной температурами поверхности моря за весь период измерений достигала 26 °С. Максимальное абсолютное значение температуры поверхности моря (29.8 °С) зафиксировано 12 августа 2010 г., а минимальное (3.8 °С) – 24 января 2006 г. Среднегодовая температура поверхности моря за период наблюдения составила (15.9 ± 0.2) °С. Отмечено, что 2024 г. стал максимально теплым по среднегодовой температуре поверхности моря – (17.6 ± 0.7) °С, побив рекорд предыдущего экстремального 2010 г. – (17.1 ± 0.7) °С. Положительный линейный тренд среднегодовой температуры поверхности моря равен 0.07 °С/год. Отмечено, что климатические сезоны температуры поверхности моря запаздывают относительно атмосферных на один месяц, а летний сезон увеличился до четырех месяцев за счет сентября. Весна сокращается до двух месяцев. Показано, что повышение зимних значений температуры поверхности моря препятствует формированию холодного промежуточного слоя в его классическом понимании (температура ≤ 8 °С). Приведены среднемесячные значения температуры поверхности моря за весь период наблюдения.

Ключевые слова: среднегодовая температура, температура поверхности моря, контактные измерения, Черное море, прибрежные зоны, холодный промежуточный слой, климатический тренд

Благодарности: работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ФИЦ ИнБИОМ по теме: «Комплексное исследование механизмов функционирования морских

© Попов М. А., 2026



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

биотехнологических комплексов с целью получения биологически активных веществ из гидробионтов» (2024–2026 гг.) № 124022400152-1.

Для цитирования: Попов М. А. Многолетняя динамика температуры поверхности моря в районе устрично-мидийной фермы (внешний рейд города Севастополя) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2026. № 1. С. 105–113. EDN ICIOXI.

Long-Term Dynamics of Sea Surface Temperature in the Area of the Oyster and Mussel Farm (Outer Harbour of Sevastopol)

M. A. Popov

*A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia
e-mail: mark.a.popov@mail.ru*

Abstract

The paper uses long-term *in situ* measurement data for 2000–2024 to analyse sea surface temperature variability in the water area near the oyster and mussel farm near the eastern cape of Karantinnaya Bay (Cape Lokhanochka, Sevastopol). This study is a continuation of previously published data for 2000 to 2013. Sea surface temperature measurements were taken once daily using a TM-10 mercury meteorological thermometer. Verification was performed using standard publicly available data from the Chersonesus Lighthouse Marine Hydrometeorological Station. Data comparison revealed similar results at these two observation points. Long-term (25 years) observations in the area of Cape Lokhanochka showed significant sea surface temperature fluctuations on interseasonal and interannual scales. The difference between the maximum and minimum sea surface temperatures over the entire measurement period reached 26°C. The maximum absolute sea surface temperature value (29.8°C) was recorded on 12 August 2010, and the minimum (3.8°C) was registered on 24 January 2006. The average long-term sea surface temperature for the observation period was $15.9 \pm 0.2^\circ\text{C}$. The year of 2024 was noted to be the warmest year in terms of average annual sea surface temperature ($17.6 \pm 0.7^\circ\text{C}$), breaking the record of the previous extreme year of 2010 ($17.1 \pm 0.7^\circ\text{C}$). The magnitude of the positive linear trend in average annual sea surface temperature was $0.07^\circ\text{C}/\text{year}$. It was noted that climatic sea surface temperature seasons lagged behind the atmospheric ones by one month, whereas the summer season increased to four months due to September. Spring was reduced to two months. It is shown that an increase in winter sea surface temperature values prevents the formation of the cold intermediate layer in its classical definition (temperature $\leq 8^\circ\text{C}$). The paper presents average monthly sea surface temperatures for the entire observation period.

Keywords: average annual temperature, sea surface temperature, *in situ* measurements, Black Sea, coastal zone, cold intermediate layer, climate trend

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the state assignment of the A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS on the topic: “Comprehensive study of the mechanisms of functioning of marine biotechnological complexes in order to obtain biologically active substances from aquatic organisms” (2024–2026), no. 124022400152-1.

For citation: Popov, M.A., 2026. Long-Term Dynamics of Sea Surface Temperature in the Area of the Oyster and Mussel Farm (Outer Harbour of Sevastopol). *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (1), pp. 105–113.

Введение

Температура морской воды является самым значимым фактором воздействия на морскую биоту. Это было отмечено еще С. А. Зерновым в одной из первых классических работ по гидробиологии [1]. Последующие исследования подтвердили это заключение, показав, что температура воды оказывает доминирующее влияние на распространение организмов, их поведение, физиологию, размножение, биохимию [2, 3].

В последнее время популярными, оперативными и достаточно точными инструментами измерения температуры поверхности моря (ТПМ) и океана стали дистанционные методы. Однако в прибрежной акватории, где наблюдаются наибольшие ошибки в измерении температуры дистанционными методами [4], актуальными остаются контактные методы измерения ТПМ.

Оставим за рамками этой статьи споры о существовании или отсутствии глобального потепления. Настоящая работа не ставит целью анализ глобальных климатических изменений. Локальный характер наблюдений позволяет оценить региональные тренды, но не дает оснований для экстраполяции на глобальный масштаб. Согласно данным работы [5], временной ряд в 25 лет вполне достаточен для оценки климатической нормы и расчета межгодовых трендов, однако не позволяет прогнозировать, сохранится ли тенденция к потеплению в дальнейшем или же она сменится очередным похолоданием после прохождения пика потепления.

Статья посвящена многолетней изменчивости ТПМ на сезонном и межгодовом масштабах в отдельном районе у берегов Севастополя.

В рассматриваемом районе расположена устрично-мидийная ферма. Прикладная значимость данной акватории обусловила многочисленные гидробиологические исследования сотрудниками ИнБЮМ и других научных учреждений. В ходе этих работ накоплен большой экспериментальный материал и получены важные результаты [6–8]. Достаточно длинные временные ряды позволяют оценить межгодовую изменчивость ТПМ, вычислить линейные тренды, выявить среднемноголетнюю сезонную изменчивость ТПМ. Эти оценки необходимы для успешного ведения устрично-мидийного хозяйства и выявления особенностей временной изменчивости продуктивности объектов конхиокультуры. Результаты настоящей работы будут также востребованы у гидробиологов, проводящих исследования в акватории, прилегающей к месту настоящего исследования.

Цель работы – на основе контактных измерений изучить долговременную динамику ТПМ в районе м. Лоханочка (неофициальный топоним).

Материалы и методы

ТПМ измеряли в районе м. Лоханочка с 2000 по 2024 г. ежедневно в 12:00 по местному времени в рабочие дни метеорологическим ртутным термометром ТМ-10 согласно методике¹⁾. В благоприятную погоду измерения проводили в точке 1. При штормовом ветре, в гололед, в дождь, когда наблюдения в точке 1 были сопряжены с риском, наблюдения проводили в точке 2 (рис. 1).

¹⁾ Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях / под ред. Г. С. Иванова. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 725 с.



Рис. 1. Схема расположения пунктов наблюдения [9]

Fig. 1. Layout of observation points [9]

Всего выполнено ~ 4500 измерений ТПМ. Пропуски 1–2 дня восполнялись средними значениями, рассчитанными по ближайшим измерениям ТПМ [10]. При более длительных пропусках использовались данные для ближайшей репрезентативной точки (обычно пляж парка Победы г. Севастополя) с сайта <https://watsen.info/>. Наблюдения верифицировали путем сравнения среднемесячных измеренных ТПМ в районе м. Лоханочка с данными работы [11], полученными на морской гидрометеорологической станции «Херсонесский маяк» (рис. 2). Для статистической обработки использовали пакет программ *Microsoft Excel*.

Результаты и обсуждение

ТПМ измеряли раз в сутки, поэтому возник вопрос верификации полученных данных. Для сопоставления были привлечены опубликованные в открытой печати [11] материалы наблюдений за ТПМ на ближайшей морской гидрометеостанции «Херсонесский маяк», которая расположена в открытом море. Выполнено их сравнение с данными, полученными в районе м. Лоханочка. Верификация показала сходные результаты в этих двух пунктах наблюдения (рис. 2). Максимальное расхождение зафиксировано в июне 2000 г. и составило 1.1 °С. Более низкие значения ТПМ в районе м. Херсонес можно объяснить активизацией апвеллинга в этом районе.

Для Черного моря, в частности акватории, прилегающей к юго-западной части Крымского п-ова, характерна значительная внутригодовая изменчивость ТПМ. Основным фактором, определяющим эту изменчивость, является солнечная радиация, достигающая максимума в летние месяцы и минимума зимой [12]. Разность между максимальными и минимальными значениями ТПМ за весь период измерений достигала 26 °С. Максимальное абсолютное значение ТПМ (29.8 °С) зафиксировано 12 августа 2010 г., а минимальное (3.8 °С) – 24 января 2006 г.

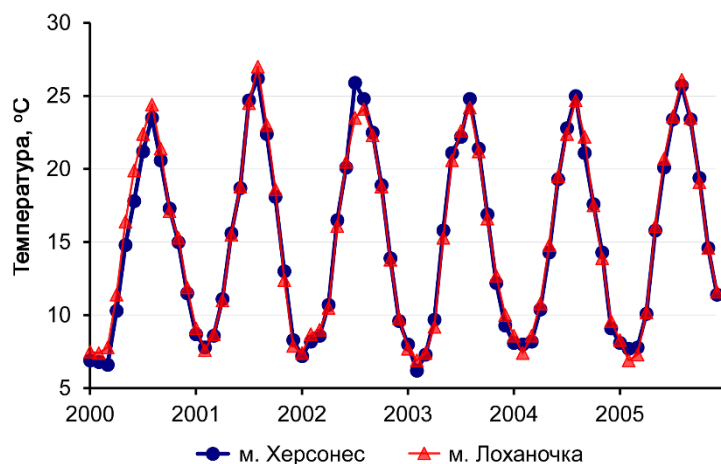
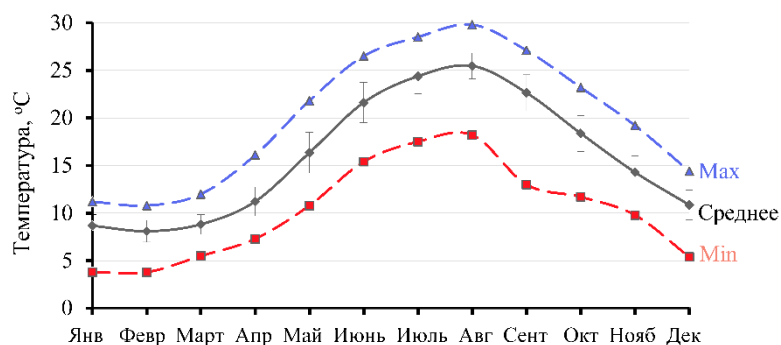


Рис. 2. Среднемесячные ТПМ в районе мысов Херсонес [11] и Лоханочка

Fig. 2. Average monthly sea surface temperatures (SST) near Cape Chersones [11] and Cape Lokhanochka

Внутригодовой ход среднемесячных значений ТПМ за 25-летний период представлен на рис. 3. Средняя ТПМ рассчитана по данным за каждый месяц в течение 25 лет. Минимальные и максимальные значения ТПМ соответствуют абсолютному минимуму и максимуму температуры, зарегистрированным в каждом месяце за весь период наблюдения. Зимние месяцы (январь, февраль и март) характеризуются низкими средними температурами с минимумом в феврале. Весной, с апреля по май, происходит интенсивный прогрев водной толщи под воздействием солнечной радиации. В летние месяцы (июнь – сентябрь) ТПМ достигает максимальных значений, при этом август является наиболее теплым месяцем. К летнему сезону можно отнести и сентябрь: в этот месяц температуры близки к июньским, а иногда и превышают их.

Зафиксирован сдвиг сезонных явлений примерно на один месяц относительно суши. Поэтому к осенним месяцам отнесены октябрь, ноябрь и декабрь. Поверхностный слой моря в этот промежуток времени охлаждается монотонно. Наибольшие среднеквадратичные отклонения от среднемесячных значений ТПМ наблюдались в мае и июне вследствие внутримесячной неоднородности скорости повышения температуры в период интенсивного прогрева поверхностного слоя моря, что согласуется с увеличением уровня синоптической (внутримесячной) изменчивости ТПМ в эти месяцы по спутниковым данным [13]. Единичные значительные отклонения минимальных температур от среднемесячных зафиксированы в сентябре. Такое отклонение можно объяснить апвеллинговыми явлениями. Так, 20 сентября 2007 г. ТПМ достигла 20.5 °C, а 25 сентября 2007 г. она снизилась до 13.0 °C, а уже к 3 октября выросла до 21.0 °C. Прибрежный апвеллинг, по мнению авторов [14], был вызван интенсивными ветрами северной четверти. Такие случаи достаточно редки для этого района. Почти все апвеллинги здесь носят скрытый характер и отмечаются только по изменчивости залегания сезонного термоклина.



Р и с . 3 . Внутригодовой ход ТПМ за 2000–2024 гг. Погрешность среднемесячных температур представлена среднеквадратичным отклонением

Fig . 3 . Intra-annual variation of SST for 2000–2024. The error in average monthly temperatures is represented by the standard deviation

Проведенный ранее анализ [9] 13-летней изменчивости ТПМ в районе м. Лоханочка выявил устойчивый положительный тренд среднегодовых значений ТПМ. Продолженные до настоящего времени наблюдения подтвердили сохранение этой тенденции. Величина положительного линейного тренда среднегодовых ТПМ за 2000–2024 гг. составила $0.07\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$, достоверность аппроксимации $R^2 = 0.546$ (рис. 4).

Средне многолетняя ТПМ за 2000–2024 гг. составила $(15.9 \pm 0.2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ (здесь и далее погрешность представлена 95%-ным доверительным интервалом). Экстремально теплыми годами были 2010 ($17.1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 2024 гг. ($17.6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$). При этом лето 2010 г. было самым теплым за весь период наблюдений. В 2024 г. лето не было экстремально теплым, но среднегодовая температура была выше за счет других сезонов. К теплым годам также можно отнести 2018 ($16.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 2020 гг. ($16.8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$) (рис. 4).

Наиболее холодными годами оказались 2003 ($14.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 2006 гг. ($14.9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Здесь также наблюдалась особенность, выявленная в наиболее теплые годы. Зима 2006 г. была экстремально холодной, тогда как в 2003 г. пониженные температуры фиксировались в течение всего года. К холодным годам можно отнести 2004 ($15.0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 2011 гг. ($15.2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$). На фоне общей тенденции к потеплению к холодным можно отнести 2017 ($15.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 2022 гг. ($16.0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В последнее время в связи с ростом ТПМ холодный промежуточный слой (ХПС) в его классическом понимании (температура $\leq 8\text{ }^{\circ}\text{C}$) почти исчезает [15]. Формирование ХПС происходит зимой, когда ТПМ опускается ниже $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как видно из таблицы, такие значения ТПМ в последние годы наблюдаются все реже. Последнее обновление ХПС произошло только в 2017 г. Повышение зимних ТПМ может привести к снижению содержания растворенного кислорода в ядре ХПС из-за снижения интенсивности зимнего конвективного перемешивания [16]. Такие превышения температуры $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ в ядре ХПС уже регистрировались в конце 1930-х и в 1962–1972 гг. [17].

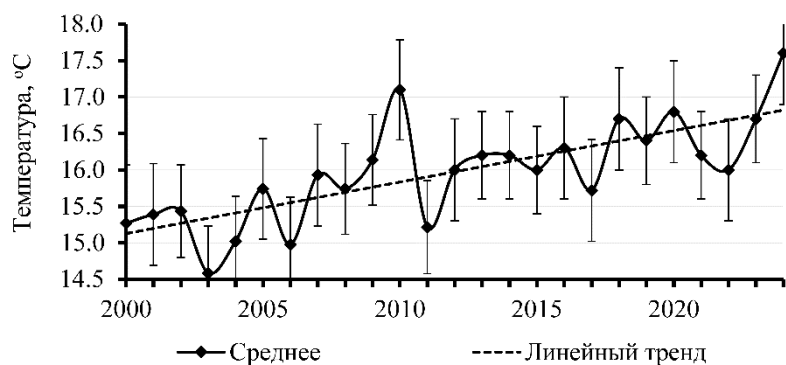


Рис. 4. Среднегодовые значения ТПМ и их линейный тренд, погрешность среднегодовых ТПМ представлена 95%-ным доверительным интервалом

Fig. 4. Average annual SST values and their linear trend, the error of average annual SST is presented by the 95% confidence interval

Среднемесячная температура (°C) поверхности моря

Average monthly temperature (°C) of the sea surface

Год / Year	Месяцы / Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2000	7.5	7.4	7.8	11.4	16.4	19.9	22.4	24.4	21.4	17.1	15.3	11.9
2001	9.1	7.6	8.7	11.0	15.5	18.8	24.5	27.0	23.0	18.6	12.4	7.9
2002	7.4	8.7	9.0	10.5	16.1	20.5	23.5	24.1	22.3	18.8	13.8	9.8
2003	7.7	6.9	7.4	9.2	15.3	20.6	22.6	24.2	21.2	16.6	12.7	10.0
2004	8.6	7.4	8.6	10.8	14.8	19.5	22.4	24.7	22.2	17.5	13.9	9.6
2005	8.3	6.9	7.3	10.2	16.1	20.7	23.6	26.1	23.5	19.1	14.6	11.6
2006	7.4	6.4	7.9	10.8	15.2	20.3	23.7	24.8	19.8	18.4	13.3	10.9
2007	8.7	7.9	8.1	10.5	16.6	23.2	24.9	26.4	21.8	18.4	13.8	10.1
2008	8.6	8.0	8.6	11.1	16.0	21.1	24.1	24.9	21.7	18.0	15.3	11.3
2009	8.3	8.4	9.2	11.8	15.6	21.2	25.7	24.4	21.8	18.9	15.4	12.3
2010	9.9	8.9	9.6	12.0	17.4	23.3	27.0	28.0	23.4	17.7	15.3	12.2
2011	9.3	7.7	7.8	10.5	15.8	21.9	23.5	24.2	22.0	17.3	12.1	10.1
2012	8.0	5.9	7.6	10.0	18.2	22.1	24.8	24.7	22.4	20.2	15.8	11.5
2013	8.7	8.7	8.9	11.2	18.5	22.5	24.4	24.5	20.7	16.1	13.6	9.8
2014	9.1	8.7	10.1	12.5	17.0	21.7	24.2	26.0	22.6	17.6	13.1	11.2
2015	9.3	8.4	9.3	10.8	16.0	21.4	23.8	25.2	23.9	18.8	13.8	10.7
2016	8.8	8.8	9.7	11.8	17.1	22.5	26.5	26.3	23.7	18.0	12.9	8.8
2017	6.8	7.4	9.3	11.0	15.9	21.7	23.8	25.0	23.1	17.8	13.3	10.8
2018	8.8	8.4	8.8	12.8	18.8	23.2	25.6	25.9	23.4	18.9	14.9	10.7
2019	9.1	8.9	9.1	11.5	16.4	24.4	23.9	24.9	22.6	18.2	15.3	11.7

Окончание таблицы / Table concluded

Год / Year	Месяцы / Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2020	9.2	8.7	9.8	11.7	15.5	21.9	25.5	25.0	24.2	21.3	15.8	11.9
2021	10.3	9.3	9.5	11.0	15.8	20.9	24.5	26.6	22.4	17.1	14.6	11.5
2022	8.6	8.5	8.1	10.6	15.3	21.2	23.7	26.0	23.1	18.8	18.8	15.1
2023	10.2	8.9	9.5	11.9	16.2	22.0	24.3	26.4	24.2	19.4	15.4	13.5
2024	9.5	9.8	10.9	14.1	16.9	23.5	26.3	26.4	24.8	20.9	16.0	12.0

Примечание: Данные с 2000 по 2013 г. взяты из работы [10].

Note: The data for 2000–2013 are taken from paper [10].

Заключение

Анализ ТПМ моря в районе устрично-мидийной фермы показал, что тенденция к потеплению в 2000–2024 гг. составляет $0.07\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Такая же тенденция была зафиксирована в 2000–2013 гг. Экстремально теплым стал 2024 г. (среднегодовая ТПМ составила $(17.6 \pm 0.7)\text{ }^{\circ}\text{C}$), который превзошел аномально теплый 2010 г. со среднегодовой ТПМ $(17.1 \pm 0.7)\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом летом 2024 г. не наблюдалось таких высоких температур, как в 2010 г.

Среднегодовую ТПМ за 2000–2024 гг. составила $(15.9 \pm 0.2)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отмечено смещение сезонного хода ТПМ относительно атмосферных сезонов на один месяц вперед и увеличение продолжительности летнего сезона до четырех месяцев за счет сентября.

Рост зимних значений ТПМ привел к деградации ХПС в его классическом понимании. Это создает предпосылки для изменения кислородного режима прибрежных вод и требует учета при ведении устрично-мидийного хозяйства в исследуемой акватории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зернов С. А.* К вопросу об изучении жизни Черного моря // Записки Императорской Академии Наук. Санкт-Петербург, 1913. Серия VIII. Т. 32, № 1. 304 с.
2. Биоэнергетика гидробионтов / под ред. Г. Е. Шульмана, Г. А. Финенко. Киев : Наукова думка, 1990. 246 с. EDN PURFRA.
3. *Mitra A., Abdel-Gawad F. K., Bassem S., Barua P. et al.* Climate change and reproductive biocomplexity in fishes: innovative management approaches towards sustainability of fisheries and aquaculture // *Water*. 2023. Vol. 15, iss. 4. 725. <https://doi.org/10.3390/w15040725>
4. *Захарова Е. В., Фомин В. В.* Оценка точности спутниковой температуры поверхности Балтийского моря // *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. 2024. Т. 30, № 1. С. 604–616. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2024-1-30-604-616>
5. *Монин А. С.* Гидродинамика атмосферы, океана и земных недр. Санкт-Петербург : Гидрометеониздат, 1999. 523 с.
6. *Лисицкая Е. В.* Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона в районе мидийно-устричной фермы (Севастополь, Черное море // *Морской*

- биологический журнал. 2017. Т. 2, № 4. С. 38–49. EDN YKZKST. <https://doi.org/10.21072/mbj.2017.02.4.04>
7. *Машукова О. В., Скуратовская Е. Н., Шилова Ю. Б.* Применение биофизических и биохимических методов в мониторинге прибрежной акватории Севастополя (Черное море) // Системы контроля окружающей среды. 2019. № 1. С. 55–62. EDN ZDRMSL. <https://doi.org/10.33075/2220-5861-2019-1-55-62>
 8. *Шахматова О. А., Мильчакова Н. А., Ковардаков С. А.* Активность каталазы некоторых желеобразующих красных водорослей в различных экологических условиях взморья Севастополя (Черное море) // Экосистемы. 2018. № 14. С. 91–102. EDN YPSCCT.
 9. *Попов М. А.* Изменчивость температуры поверхности моря в районе мыса Лоханочка (Севастополь, Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2014. № 28. С. 172–175. EDN VBFSTZ.
 10. *Абраменкова И. В., Круглов В. В.* Методы восстановления пропусков в массивах данных // Программные продукты и системы. 2005. № 2. С. 18–22. EDN IYDELJ.
 11. *Гиригосов В. Е., Зуев Г. В., Ренетин Л. Н.* Изменчивость репродуктивного потенциала черноморского шпрота (*Sprattus sprattus Phalericus*) в связи с температурными условиями среды // Морской экологический журнал. 2006. Т. 5, № 4. С. 5–22. EDN VCTTEJ.
 12. *Иванов В. А., Белокопытов В. Н.* Океанография Черного моря. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 212 с. EDN XPERZR.
 13. *Артамонов Ю. В., Скрипалева Е. А., Федирко А. В.* Региональные особенности синоптической изменчивости поля температуры на поверхности Черного моря по спутниковым данным // Морской гидрофизический журнал. 2020. Т. 36, № 2. С. 202–213. EDN UXHNYT. <https://doi.org/10.22449/0233-7584-2020-2-202-213>
 14. *Джиганишин Г. Ф., Полонский А. Б., Музылева М. А.* Апвеллинг в северо-западной части Черного моря в конце летнего сезона и его причины // Морской гидрофизический журнал. 2010. № 4. С. 45–57. EDN TOERUP.
 15. *Полонский А. Б., Новикова А. М.* Долгопериодная изменчивость характеристик холодного промежуточного слоя в Черном море и ее причины // Метеорология и гидрология. 2020. № 10. С. 29–37. EDN YCSZMV.
 16. *Видничук А. В., Коновалов С. К.* Изменение кислородного режима глубоководной части Черного моря за период 1980–2019 годы // Морской гидрофизический журнал. 2021. Т. 37, № 2. С. 195–206. EDN UMVMXM. <https://doi.org/10.22449/0233-7584-2021-2-195-206>
 17. *Белокопытов В. Н., Жук Е. В.* Климатическая изменчивость термохалинных характеристик Черного моря (1950–2023 годы) // Морской гидрофизический журнал. 2024. Т. 40, № 6. С. 838–852. EDN VQXRRU.

Поступила 24.07.2025 г.; одобрена после рецензирования 11.08.2025 г.; принята к публикации 18.12.2025 г.; опубликована 31.03.2026 г.

Об авторе:

Попов Марк Александрович, старший научный сотрудник, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН (299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2), кандидат географических наук, **Scopus Author ID: 57197871255, ORCID ID: 0000-0003-0220-1298, SPIN-код: 4600-2656, AuthorID: 192603, mark.a.popov@mail.ru**

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи