

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВДОЛЬ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ И ЗАПАДНОГО БЕРЕГА ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ

**Гайко Л.А.**

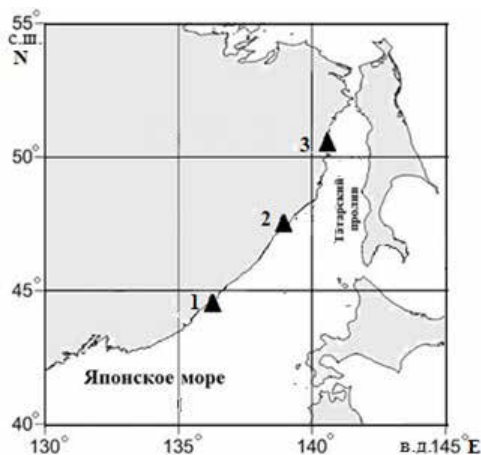
*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, г. Владивосток  
gayko@poi.dvo.ru, gayko@yandex.ru*

Район представляемого исследования охватывает прибрежные зоны СЗ Японского моря и запада Татарского пролива, омывающие с востока Приморье и Хабаровский край. Изучение термического режима данного района представляет не только научный, но и практический интерес, так как восточная прибрежная зона Приморского и Хабаровского краёв от р. Туманная на юге до пролива Невельского на севере, является нерестовым ареалом приморской горбуши. Изменение термических условий акватории приводит к перераспределению миграционных потоков горбуши [1, 2]. Особенности температурного режима прибрежной зоны района исследования рассматриваются в публикациях автора [3, 4, 5].

В данной работе используются данные наблюдений за температурой воды и воздуха на трёх гидрометеорологических станциях (ГМС): ГМС Рудная Пристань, Сосуново и Советская Гавань (из фонда Приморского УГМС), освещающих данный район (рис. 1). Целью работы является исследование особенностей динамики внутри- и межгодового хода температуры воды и воздуха вдоль побережья выбранного района на рубеже веков. Рассматривается период с 1960 по 2023 гг., который включает в себя последние 40 лет 20-го и первые 23 года 21-го веков.

Исследование внутри- и межгодовой изменчивости температуры на всех станциях было проведено несколькими методами. Во-первых, для выявления и оценки климатических трендов был применён традиционный регрессионный анализ; во-вторых, с помощью построения интегрально-разностных кривых аномалий были определены сдвиги в многолетнем ходе температуры; в-третьих, были рассчитаны климатические нормы за два после-

Рис. 1. Схема расположения гидрометеорологических станций (ГМС): 1 – ГМС Рудная Пристань (ЮВ Приморья, север Японского моря); 2 – ГМС Сосуново (СВ Приморья, ЮЗ Татарского пролива); 3 – ГМС Советская Гавань (ЮВ Хабаровского края, СЗ Татарского пролива)



довательных периода, рекомендованных Всемирной Метеорологической Организацией как реперные при выявлении изменений климата [6], проведено сравнение норм между собой, а также сравнение годовых температур трёх постпериодных лет (2021, 2022 и 2023 гг.) с нормами и между собой.

Для исследования межгодовой изменчивости температуры воды и воздуха с помощью регрессионного анализа были построены графики отклонений среднегодовых значений температуры от среднего многолетнего за период 1960–2023 гг. (рис. 2). При анализе в ходе температуры воды был выявлен положительный, значимый на 5%-ом уровне, линейный тренд на ГМС Советская Гавань и Сосуново ( $R^2 \geq 0,058$ ;  $p < 0,05$ ). Только на ГМС Рудная Пристань тренд не выявлен, возможно, существенное влияние на этот район оказывают холодное Приморское течение, а также местная циркуляция вод [2, 4, 5]. Положительный значимый тренд в ходе температуры воздуха выявлен на всех трёх ГМС, т.е. процесс потепления района продолжается.

При исследовании хода аномалий температуры (рис. 2, столбики 1, 2, 3) можно отметить, что наибольшее понижение температуры воды (рис. 2, слева) на всех ГМС произошло в конце 70-х гг., а повышение – в начале 90-х., а с 2010 г. максимумы и минимумы наблюдаются хаотично. В распределении аномалий температуры воздуха акценты несколько смещены (рис. 2, справа). Наибольший минимум отмечен в середине 60-х, первый резкий подъём темпе-

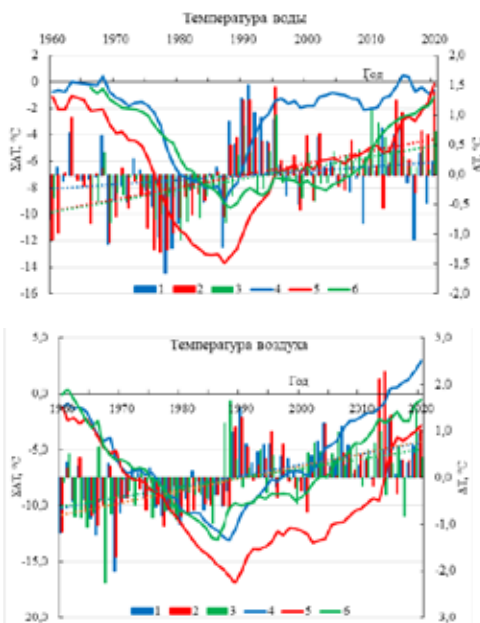


Рис. 2. Межгодовая изменчивость аномалий температуры ( $\Delta T$ ) воды (верхний) и воздуха (нижний) на станциях (1, 2, 3) представлена столбчатыми диаграммами; их линейные тренды – прямыми пунктирными линиями; их интегральные разности ( $\Sigma \Delta T$ ) – кривыми линиями (4, 5, 6)

1, 4 – Рудная Пристань, 2, 5 – Сосуново, 3, 6 – Советская Гавань (1960–2020 гг.).

1988 гг. В эти годы произошёл перегиб кривой с падения на рост, и температура воды на всех станциях стала расти, но с разной скоростью. Можно отметить, что характер роста температуры на ГМС Советская Гавань, расположенной в северной части Татарского пролива, отличается от остальных ГМС, ход интегральной кривой аномалий здесь имеет другой характер, что связано, возможно с особенностями гидрологического режима [2, 4]. Ход интегральных кривых аномалий температура воздуха (рис. 2, справа, кривые 4, 5, 6) имеет более сглаженный характер: с начала 60-х на всех ГМС произошло резкое понижение температуры вплоть до конца 80-х, перешедшее в 1986...1989 гг. на рост. Причём, наибольшее куму-

ратуры воздуха, как и воды, произошёл в 1988–1989 гг., а максимальный – на ГМС Сосуново в 2013–2014 гг. (на 2,1° и 2,3°C).

Для определения сдвигов в многолетнем ходе температуры были построены интегрально-разностные кривые аномалий температур от среднего многолетнего значения за 1960–2020 гг. (рис. 2). Анализируя кривые температура воды (рис. 2, слева, кривые 4, 5, 6) можно отметить, что они имеют сложный ход, но очевидно, что в 60-е годы на всех ГМС температура воды варьировала около среднего значения, затем произошло её довольно быстрое понижение вплоть до 1987–

лятивное накопление аномалий температуры воздуха произошло на ГМС Рудная Пристань, а наименьшее – на ГМС Сосуново.

Далее, по среднегодовым данным ГМС были вычислены базовая и оперативная климатические нормы за периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг. соответственно, и было проведено сравнение их между собой (табл. 1). Очевидно, что величина II-й нормы, по сравнению с I-й, и для температуры воды, и для температуры воздуха выросла. Также было проведено сравнение годовых температур за три постпериодные годы (2021, 2022 и 2023 гг.) с базовой и оперативной нормами.

**Таблица 1. Базовая и оперативная климатические нормы, и среднегодовые температуры воды и воздуха за 2021, 2022 и 2023 гг. на ГМС**

| ГМС | Температура воды, °С |     |        |      |      |      | Температура воздуха, °С |     |        |      |      |      |
|-----|----------------------|-----|--------|------|------|------|-------------------------|-----|--------|------|------|------|
|     | I                    | II  | II - I | 2021 | 2022 | 2023 | I                       | II  | II - I | 2021 | 2022 | 2023 |
| РП  | 6,1                  | 6,5 | 0,4    | 7,2  | 6,5  | 7,1  | 3,8                     | 4,6 | 0,8    | 5,1  | 5,2  | 5,5  |
| С   | 4,8                  | 5,6 | 0,8    | 6,7  | 6,1  | 6,7  | 2,0                     | 2,8 | 0,8    | 3,5  | 3,7  | 3,7  |
| СГ  | 5,1                  | 5,6 | 0,5    |      |      | 7,2  | 1,5                     | 2,1 | 0,6    |      |      |      |

Примечание. 1) РП – ГМС Рудная Пристань; С – ГМС Сосуново; СГ – ГМС Советская Гавань; 2) I – базовая (1961–1990), II – оперативная (1991–2020 гг.) климатические нормы; 2) ΔT, °С – разность температуры между II и I климатическими нормами.

При сравнении с нормами можно отметить, что на всех станциях среднегодовые температуры и воды, и воздуха выше нормы, лишь в 2022 г. на ГМС Рудная Пристань температура воды совпадает с оперативной нормой. При сравнении температуры между годами можно отметить, что по температуре воды более холодным был 2022 г., а по температуре воздуха – 2021 г.

Таким образом, в прибрежной зоне СЗ Японского моря и запада Татарского пролива на рубеже веков отмечено общее повышение температурного фона. Этот вывод подтверждается, во-первых, устойчивым статистически значимым положительным линейным трендом в ходе температуры воды и воздуха за период 1960–2023 гг.; во-вторых, переломом в 1986-1989 гг. длившегося с начала 60-х гг. накопления отрицательных аномалий температуры на накопление положительных аномалий; в-третьих, при

сравнении климатических норм температуры воды и воздуха двух последовательных 30-летий между собой очевидно, что величина нормы, т.е. среднее 30-летнее значение температуры, за период 1990–2020 гг. увеличилась, следовательно, повысился общий температурный фон данного района. Среднегодовые температуры воды и воздуха в 2021, 2022 и 2023 гг. превысили обе климатические нормы, но по температуре воды холоднее был 2022 г., а по температуре воздуха – 2021 г.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы ТОИ ДВО РАН, № рег. 124022100079-4.

### Литература

1. Lysenko A.V., Shatilina T.A., Gayko L.A. Effect of Hydrometeorological Conditions on Dynamics of Catches (Abundance) of the Primorye Pink Salmon *Oncorhynchus gorbusha* Based on Retrospective Data (Sea of Japan, Strait of Tartary) // *Voprosy Ikhtiologii*. 2021. Vol. 61, No. 2. P. 206-218. DOI 10.1134/S0032945221020119.
2. Андреев А.Г. Особенности циркуляции вод в южной части Татарского пролива // *Исследование Земли из космоса*. 2018. № 1. С. 3-11. doi:10.7868/S0205961418010013.
3. Гайко Л.А. Особенности температурного режима прибрежной зоны Приморского края на рубеже веков / *Экологические исследования на Дальнем Востоке России: история и современность: монография* / Под ред. В.Ю. Цыганкова, С.Б. Ярусовой, ВВГУ – Владивосток: Изд-во ВВГУ, 2023. С. 73-82. DOI: <https://doi.org/10.24886/0685-5-73-82>.
4. Gayko L.A. Variability of Water and Air Temperature along the Coast of the Eastern Primorye and Khabarovsk Territory Based on the Weather Station Data // *Physical Oceanography*. 2022. 29(4). P. 363-378. DOI: 10.22449/1573-160X-2022-4-363-378.
5. Гайко Л.А. Температурные изменения вдоль побережья Приморского края в современный период (северо-западная часть Японского моря) // *Вестник СВНЦ*. 2019. № 2. С. 29-37. DOI: 10.34078/1814-0998-2019-58-2-29-37.
6. О переходе на новые климатические нормы, <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/28963/> от 20.06.2025.