РЕЦЕНЗИЯ № 2

на статью «**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 1848–2024 гг.»**
авторского коллектива: **Ж. И. Стонт, М. В. Капустина**

С целью исследования региональных особенностей климатических условий и изменений (долговременных) температуры воздуха в прибрежной зоне Калининградской области, в юго-восточной части Балтийского моря, рассмотрены временные ряды значений ежемесячной средней температуры воздуха по данным измерений на метеостанции в г. Калининграде (1848–2024 гг.), метеостанции аэропорта Храброво за 1955–2024 гг. Использовались также данные температуры приводного воздуха за период 1950–2024 гг. из реанализа ERA5 над Балтийском морем в точке неподалёку от г. Калининграда.

В результате анализа статистических характеристик вариаций температуры приземного воздуха, с использованием методов из учебника Малинина (2008) было выявлено следующее:

1. *Многолетняя изменчивость.*

В рассматриваемом беспрецедентно продолжительном ряду измерений выделяются три периода: фаза похолодания (1857–1883 гг., тренд - 0.16 ºС/10 лет), период «вековой» стагнации (1884–1987 гг., тренд +0.015 ºС/10 лет) и фаза устойчивого, интенсивного роста (1988–2024 гг., тренд +0.47 ºС/10 лет).

2. Ускорение потепления.

Анализ длительных рядов метеорологических наблюдений (1848–2024 гг.) и данных атмосферного реанализа ERA5 позволил выявить устойчивую тенденцию к повышению приповерхностной температуры воздуха в прибрежной зоне и над акваторией юго-восточной части Балтийского моря.

3.Сезонная неравномерность климатических изменений.

Устойчивая тенденция к росту температур реализуется неравномерно во внутригодовом ходе. Основной вклад в общее повышение среднегодовых значений вносит значительный рост зимних и весенних температур. С конца 1980-х годов зафиксировано лишь 3 зимы (1996, 2010, 2012 гг.) с температурой ниже стандартной климатической нормы (1961–1990 гг.). В то же время, начиная с 1990 г., средние летние температуры стабильно превышают норму (с положительными аномалиями до +2.7 ºС в последние годы), тогда как в осенний период процессы потепления существенно замедляются.

4. *Интенсификация экстремальных погодных явлений* (волн тепла, суровости зим, и т. п.).

Наблюдаемые изменения в сезонном температурном режиме являются причиной трансформации окружающей среды. Следствием потепления стало увеличение продолжительности вегетационного и летнего климатического периодов, а также резкое сокращение числа морозных дней и снижение суровости зим. Вместе с тем, возросшая интенсивность климатических процессов приводит к увеличению частоты и продолжительности экстремальных явлений, в первую очередь – волн «тепла».

В прибрежной зоне юго-восточной части Балтийского моря отмечено увеличение продолжительности климатического летнего сезона и частоты возникновения волн «тепла», особенно в мае–июне, а также уменьшение суровости и продолжительности зим.

5.Сопоставление термического режима системы «суша – море».

Термический режим над морской акваторией (ЮВ Балтика) существенно отличается от режима над прибрежной сушей (г. Калининград) в период 1940–2024 гг. Среднегодовая температура над акваторией юго-восточной части Балтики над морем в среднем на 0.4 ºС выше, чем над примыкающей сушей, (+8.0 ºС против +7.6 ºС), а внутригодовой ход температур характеризуется большей плавностью (амплитуда колебаний 17.6 ºС над морем против 20.4 ºС над сушей). Кроме того, скорость потепления над акваторией в 1.7 раза превышает аналогичный тренд над сушей (0.33 против 0.19 ºС/10 лет соответственно). Тепловая инерция водной массы также обуславливает сдвиг максимума среднемесячных температур: на суше он приходится на июль (17.8 °С), а над морем – на август (17.7 °С), когда наблюдается максимальный прогрев Балтийского моря.

Десятилетний тренд (тренд °С/10 лет) за этот период над морем превысил тренд над сушей в 1.7 раза, что обусловлено максимальным приращением по тренду в Калининграде зимой (4.7 ºС февраль/период), а над морем – летом 33 4.4 ºС/период.

Анализ причин климатических изменений в юго-восточной части Балтийского моря в рукописи имеет предварительный характер и требует дополнительной разработки. В частности, практически не рассматриваются процессы меридиональной циркуляции в регионе Балтики.

Замечания:

1. Указать, как результаты, изложенные в рукописи, связаны с предыдущими публикациями авторов по этой теме.
2. Определить доверительные интервалы для всех статистических оценок, приведённых в рукописи.
3. Добавить обзор и ссылки о влиянии арктических вторжений и средиземноморских прорывов, арктических атмосферных процессов АО, а также меридиональных процессов EAWR(NCP).
4. Отметить, что в метеорологических процессах имеют доминирующее значение вариации поступления в регион солнечного тепла (с оценкой облачности), а не солнечная активность, выражаемая количеством пятен на Солнце (индекс Вольфа).
5. Обосновать, насколько репрезентативна для анализа регионального климата одна (две) метеостанции для региона Юго-Восточной Балтики.
6. Указать в интерпретации наблюдаемого увеличения продолжительности тёплых периодов, а также запаздываний наступления сезонов, возможные влияния астрономических факторов и прецессии оси вращения Земли, в частности.
7. Указать, что в анализе динамических гидрометеорологических процессов, включая долговременные вариации (климат), представляет интерес рассмотрение и других гидрометеорологических параметров: ветра, давления, осадков, влажности, уровня моря и т.д.
8. Исправить: список литературы включает 67 названий, а транслитерированный список – только 66.
9. Редактирование текста статьи.

Работа выполнена на высоком научном уровне на основе обширных и надёжных данных метеорологических наблюдений. Выводы представляют большой интерес для читателей. Рукопись может быть опубликована в журнале «Океанологические исследования», 2026, Том 54, № 3.

Подпись. Рецензент № 2. 23.06.2026.

От редакции: рецензия была направлена авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 2 на рецензию от 23.06.2026 на статью авторского коллектива: Ж. И. Стонт, М. В. Капустина «ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 1848–2024 гг.».

Уважаемый рецензент!

С благодарностью принимаем Ваше мнение о выполненной работе. Правки сделаны и выделены зелёным цветом.

Спасибо Вам за проделанную работу.

Рецензент: *Указать, как результаты, изложенные в рукописи, связаны с предыдущими публикациями авторов по этой теме.*

Ответ: Спасибо за замечания!

Ссылки на наши работы были вставлены по тексту.

Пояснения. С 2004 г. АО ИО РАН проводит комплексный метеорологический мониторинг прибрежной части Юго-Восточной Балтики. Цель мониторинга – выявление современных тенденций изменчивости главных метеорологических параметров, таких как ветер и температура воздуха, влияющих на прибрежную среду. Данные востребованы нашими коллегами. Как результат – по мере накопления данных, они используются для анализа и выявления изменчивости климата ЮВ Балтики в первой четверти XXI в, т. к. наше побережье являлось «белым» пятном в Прибалтике. Результаты нашей работы используются нашими специалистами для объяснения процессов, происходящих в прибрежной части ЮВБ.

Абрамов Р. В., Гущин О. А., Навроцкая С. Е., Стонт Ж. И. Гидрометеорологический мониторинг побережья Юго-Восточной Балтики в 1996–2010 гг. // Известия РАН. Серия географическая. – 2013. – № 1. – С. 54–61.

Стонт Ж. И., Навроцкая С. Е., Чубаренко Б. В. Многолетние тенденции изменчивости гидрометеорологических характеристик в Калининградском регионе // Океанологические исследования. 2020. Т. 48. № 1. С. 45–61.

Стонт Ж. И., Буканова Т. В., Крек Е. В. Изменчивость климатических характеристик прибрежной части Юго-Восточной Балтики в начале XXI века // Вестник БФУ им. Канта. 2020. № 1. С. 81–94.

Крек Е. В., Стонт Ж. И., Буканова Т. В. Распространение морского льда в юго-восточной части Балтийского моря по спутниковым радиолокационным данным (2004–2019 гг.) // Океанологические исследования. 2020. Т. 48. № 2. С. 18–33. DOI: 10.29006/1564–2291.JOR–2020.48(2).2

Стонт Ж. И., Демидов А. Н. Современные тенденции изменчивости температуры воздуха над акваторией Юго-Восточной Балтики // Вестник Московского университета. *Серия 5. География. 2015. № 2. С. 50–58.*

Stont Zh. I., Bobykina V. P. and Ulyanova M. O. "Diving" cyclones and consequences of their impact on the coasts of the South-Eastern Baltic Sea // Russian Journal of Earth Sciences. 2023.Vol. 23. Issue 2. Pp. 1-13. https://doi.org/10.2205/2023ES000827

Stont Zh. I., Esiukova E. E., Ulyanova M. O. (2023), Clusters of Cyclones and Their Effect on Coast Abrasion in Kaliningrad Region // Russian Journal of Earth Sciences. 2023. Vol. 23. Issue 3. Pp. 1-13 https://doi.org/10.2205/2023ES000826

Stont, Zh. I., Esiukova, E. E., Ulyanova, M. O. Clusters of Cyclones and Their Effect on Coast Abrasion in Kaliningrad Region // Russian Journal of Earth Sciences, 2023, 23, ES3008

Stont Z. I., Esiukova E. E., Ulyanova M. O., Piterniex E. D., Burnashov E. M. Impact of low-pressure systems on hydrometeorological conditions at the sea coast of the Kaliningrad Region (Baltic Sea) and examples of damage of coastal constructions in Autumn–Winter 2023–2024. Pure Appl. Geophys. (2025). https://doi.org/10.1007/s00024-025-03747-6

Рецензент: *Определить доверительные интервалы для всех статистических оценок, приведённых в рукописи.*

Ответ: Доверительные интервалы были определены для средних значений 30-летних периодов (табл. 2, 3) и отражены в тексте.

Рецензент: *Добавить обзор и ссылки о влиянии арктических вторжений и средиземноморских прорывов, арктических атмосферных процессов АО, а также меридиональных процессов EAWR(NCP).*

Ответ: Краткий обзор с ссылками о влиянии циркуляционных условий на изменчивость температуры воздуха в регионе Балтийского моря, в том числе его юго-восточной части. Сделано во введении и более подробно в обсуждении.

Рецензент: *Отметить, что в метеорологических процессах имеют доминирующее значение вариации поступления в регион солнечного тепла (с оценкой облачности), а не солнечная активность, выражаемая количеством пятен на Солнце (индекс Вольфа).*

Ответ: Спасибо за замечание. Сделали вставку.

Рецензент: *Обосновать, насколько репрезентативна для анализа регионального климата одна (две) метеостанции для региона Юго-Восточной Балтики.*

Ответ: Для анализа регионального климата были использованы три точки:

1. Калининград (Кёнигсберг) – с 1848 по 2024 гг. (единственный для региона длинный ряд), точка расположена с 30 км от побережья ЮВ Балтики

2. Метеостанция Храброво (аэропорт) за 1955–2024 гг. с разной дискретностью (от ежечасных до 4-срочных измерений) по данным атмосферного реанализа ERA5

3. Морская точка в координатах 55.40 ºN, 19.90 ºE (22 км мористее от уреза воды). Данные атмосферного реанализа ERA5 (ECMWF) (температура воздуха) взяты за период 1940–2024 гг.).

– Тренды температуры воздуха, полученные по этим точкам, показывают однонаправленность процесса потепления, при этом учитываются особенности каждой точки (влияние подстилающей поверхности: суша, море; удаленность от береговой черты).

– исторический («1,5-вековой» век) найден для одной точки побережья Юго-Восточной Балтики – Калининград (Кёнигсберг). Полученные тренды согласуются с исследованиями для исторических городов Балтийского побережья (Швеция, Польша, Эстония).

Рецензент: *Указать в интерпретации наблюдаемого увеличения продолжительности тёплых периодов, а также запаздываний наступления сезонов, возможные влияния астрономических факторов, и прецессии оси вращения Земли, в частности.*

Ответ: Спасибо за замечание. Добавлено в тексте.

Рецензент: *Указать, что в анализе динамических гидрометеорологических процессов, включая долговременные вариации (климат), представляет интерес рассмотрение и других гидрометеорологических параметров: ветра, давления, осадков, влажности, уровня моря и т. д.*

Ответ: Спасибо за замечание.

Но в данной работе при анализе долговременных вариаций температуры воздуха мы не рассматривали другие гидрометеорологические параметры (ветер, атмосферное давление, осадки, влажность, уровень моря и т. д.). В рамках одной работы проанализировать долговременные ряды не представляется возможным, поэтому мы сосредоточились на температуре. Хотя изучение всех параметров в комплексе и взаимосвязи представляется заманчивой перспективой.

Рецензент: *Исправить: список литературы включает 67 названий, а транслитерированный список – только 66.*

Ответ: Исправлено.

С уважением, авторский коллектив. 01.07.2026.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Подтверждение Рецензента № 2 на публикацию:

Уважаемая редакция.

Ответ авторов получен. Спасибо. У меня остались замечания. Учесть их – оставлю на волю авторов.

Просьба передать авторам, что оценка доверительных интервалов для статистических оценок (включая тренды) является важным условием при анализе метеорологических полей. А также, в будущей работе необходимо уделить большее внимание региональным меридиональным динамическим метеопроцессам.

Работа – интересная, качественная, и может быть опубликована в журнале «Океанологические исследования».

Подпись. Рецензент № 2. 02.07.2026.