



НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ/ATMOSPHERIC AND CLIMATE SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.33>

**СОВРЕМЕННЫЕ И БУДУЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В КАЛИНИНГРАДЕ И
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Научная статья

Дроздов В.В.^{1,*}, Груздев А.И.²

¹ORCID : 0000-0003-2412-7682;

²ORCID : 0009-0007-8288-6907;

^{1,2} Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (vladidrozdov[at]yandex.ru)

Аннотация

Проанализированы многолетние ряды среднемесячной температуры воздуха за январь, апрель, июль и октябрь, полученные на 12 метеорологических станциях, расположенных в Калининградской области и смежных регионах. Целью исследования является оценка современных и будущих климатических изменений, а также их количественная характеристика. Использованы многолетние данные в основном Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации. Выполнена процедура контроля качества исходных данных, восстановлены пропущенные значения и увеличена временная протяжённость рядов наблюдений. Для моделирования будущих климатических условий отобраны наиболее репрезентативные климатические модели международных проектов CMIP5 и CMIP6; сценарные значения были скорректированы в соответствии с разработанной методикой. На основе скорректированных данных получены прогнозистические сценарии изменений температурных условий и схемы пространственного распределения прогнозируемых температур воздуха, выполнено их сопоставление с современными значениями. Обоснована целесообразность использования прогнозистических сценариев изменения климата для разработки адаптационных мероприятий.

Ключевые слова: изменения климата, Калининградская область, многолетняя изменчивость температуры воздуха, проекты CMIP6/CMIP5, прогнозистические сценарии.

CURRENT AND FUTURE CHANGES IN AIR TEMPERATURE IN KALININGRAD AND KALININGRAD OBLAST

Research article

Drozdov V.^{1,*}, Gruzdev A.I.²

¹ORCID : 0000-0003-2412-7682;

²ORCID : 0009-0007-8288-6907;

^{1,2} Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (vladidrozdov[at]yandex.ru)

Abstract

Long-term series of average monthly air temperatures for January, April, July, and October obtained from 12 meteorological stations located in Kaliningrad Oblast and neighbouring regions were analysed. The aim of the study is to evaluate current and future climate changes and to quantify them. Long-term data were used, mainly from the All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information. The quality control procedure for the source data was performed, missing values were restored, and the time span of the observation series was increased. The most representative climate models from the international CMIP5 and CMIP6 projects were selected to model future climate conditions; scenario values were adjusted in accordance with the developed methodology. Based on the adjusted data, predictive scenarios of temperature changes and spatial distribution patterns of predicted air temperatures were obtained and compared with current values. The feasibility of using predictive climate change scenarios for the development of adaptation measures was substantiated.

Keywords: climate change, Kaliningrad Oblast, long-term air temperature variability, CMIP6/CMIP5 projects, predictive scenarios.

Введение

Современное глобальное потепление отчетливо выражено на территории Российской Федерации [1]. Для всей территории Северо-Западного федерального округа максимальная интенсивность потепления за период с 1976 г. по 2020 г. отмечается зимой и летом: 0,72 и 0,46 °C/10 лет соответственно [2]. Особое внимание следует обратить на Калининградскую область, т.к. здесь расположены административные, промышленные центры, а также незамерзающие морские порты Калининград и Балтийск, которые имеют важное экономическое и стратегическое значение, а также ряд речных портов. Происходящие здесь изменения климата, затрагивающие как морские акватории, так и их побережья могут иметь последствия для многих отраслей морского хозяйственного комплекса, включая транспортное судоходство и промышленное рыболовство, для прибрежных экосистем и особо-охраняемых природных территорий [3], а также влиять на безопасность жизнедеятельности населения и функционирование жилищно-коммунального хозяйства [4].



В настоящее время в Российской Федерации разрабатывается и реализуется комплекс мер направленных на адаптации к изменениям климата для минимизации их неблагоприятных последствий, в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 11 марта 2023 г. № 559-р «Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г.». Предусматриваются различные организационные и инженерно-технические мероприятия, в том числе и в Калининградской области. Однако для более эффективной их реализации необходимо учитывать прогнозические сценарии изменения климата на среднесрочную и долгосрочную перспективы.

Изменения климата за последние десятилетия уже существенно влияют на повторяемость экстремальных погодных явлений представляющих опасность для ряда отраслей экономики и жизнедеятельности человека почти во всех регионах Земли. Формируются так называемые «волны тепла» или «волны холода», выражющиеся в периодах выраженных потеплений и похолоданий в том числе в городах, растет количество случаев сильных засух или обильных осадков, увеличивается число паводков на реках и повторяемость сильных морских штормов разрушительно влияющих на береговую зону [5]. Изменения климата способны повлиять на устойчивость морских и прибрежных экосистем [6], на здоровье населения [7], и дискомфорт проживания в различных регионах России [8], в том числе и в Калининградской области [9].

Изменения климата и связанные с ними погодные, гидрологические и экологические последствия способны повлиять в итоге на особенности социально-географического пространства региона или страны в целом [10]. При этом тенденции изменения климата в Европейской части Российской Федерации демонстрируют свою достаточно выраженную региональную специфику [3], [11], которую необходимо учитывать при разработке и совершенствовании региональных планов по адаптации к изменениям климата. Программы адаптаций к изменениям климата для снижения их неблагоприятных последствий, в том числе в прибрежной морской зоне, обычно весьма дорогостоящие и рассчитаны на несколько лет вперед, а значит, для эффективности своей реализации, должны опираться на обоснованные прогнозистические оценки и сценарии изменений климата на среднесрочную (20–30 лет) и долгосрочную перспективы. Генеральные планы развития приморских городов также должны учитывать региональную спекцовку изменений климата и соответствующие прогнозы и оценки.

Методы и принципы исследования

Целью данного исследования является оценка как современных, так и будущих изменений температуры воздуха на территории Калининградской области. В настоящем исследовании применен подход к оценке современных климатических изменений, который ранее демонстрировал свою эффективность в ряде исследований ранее [12], [13], [14]. Данный подход охватывает:

- анализ качества данных, который включает в себя проверку однородности экстремальных значений, а также однородность средних и дисперсий во времени [15];
- аппроксимацию многолетних временных рядов с помощью модели, которая учитывает ступенчатые изменения в среднем значении;
- позволяет оценить масштаб климатических изменений, выразив его в числовых показателях и сравнив с естественными колебаниями (СКО).

Изучение и анализ будущих климатических изменений основывался на результатах симуляций, проведенных 10–15 физико-математическими климатическими моделями в рамках проектов CMIP5 и CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project, международный проект по сравнению климатических моделей) [16], [17]. В качестве исходных данных были выбраны сценарии SSP (Shared Socioeconomic Pathways), которые описывают различные социально-экономические траектории развития и предполагают стабилизацию суммарного антропогенного воздействия к 2100 году на уровнях, соответствующих 2,6, 4,5 и 8,5 Вт/м². Оптимальной моделью считается та, которая обеспечивает минимальное среднее отклонение от наблюдаемых значений для всех метеостанций в исследуемой зоне (Δ ср) [18].

Поскольку существующие климатические модели не в полной мере учитывают региональные и локальные особенности климатической системы, в их результатах проявляются систематические погрешности. Эти погрешности оказывают влияние на достоверность прогнозных расчётов и, следовательно, должны быть учтены при формировании сценарных оценок будущих климатических изменений. В целях повышения точности таких оценок была разработана методика корректировки и совместного применения выявленных закономерностей современных и прогнозируемых климатических тенденций. Предложенный подход основан на сопоставлении эмпирических данных наблюдений за базовыми периодами 1951–1980 и 1981–2010 годов с результатами сценарного моделирования для трёх будущих временных интервалов: 2011–2040, 2041–2070 и 2071–2100 годы [18].

Калининградская область является эксклавом и расположена на юго-восточном побережье Балтийского моря и является самым западным регионом Российской Федерации. Административный центр — Калининград. Площадь Калининградской области — 15,1 тыс. км².

Была сформирована региональная база данных многолетних рядов наблюдений за среднемесячной температурой воздуха средних месяцев каждого сезона (января, апреля, июля и октября), состоящая из 12 пунктов наблюдений. Продолжительность рядов, в среднем, около 90 лет, при этом последним годом является 2025г., а год начала наблюдений имеет большой разброс: с 1950 г. для большинства станций, и с 1850 г. для станций Калининград и Советск.

Источниками исходных данных в настоящем исследовании являлись архивы Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД), а также справочно-информационный портал «Погода и климат».

Архив ВНИИГМИ-МЦД представляет собой авторитетный и официально признанный источник метеорологических данных, обеспечивающий высокую степень достоверности и сопоставимости информации. Вместе

с тем данный источник имеет определённые ограничения: в архиве отсутствуют сведения за последние годы наблюдений, встречаются пропуски во временных рядах данных, и информация представлена на основных метеорологических станциях.

Для компенсации указанных недостатков и обеспечения более полной пространственно-временной репрезентативности выборки дополнительно использовался архив портала «Погода и климат». Этот ресурс позволил получить обновлённые данные за последние периоды наблюдений, а также включить в анализ информацию с дополнительных метеорологических станций, расположенных на территории Калининградской области [13].

Основные результаты

Для оценки надежности информации в архивах сайта «Погода и климат» был проведен сравнительный анализ за совместный период наблюдений для 5 станций путем расчета коэффициентов корреляции (R). Было получено, для температур исследуемых месяцев данные практически идентичны на всех станциях и $R = 0,99 - 1,0$. Следовательно, для выбранного региона надежно использовать данные дополнительного архива.

На рисунке 1 представлены выбранные метеостанции, которые расположены равномерно по территории, что позволяет надежно осуществлять пространственные обобщения результатов. Также для более точной пространственной интерполяции были взяты несколько станций метеорологической сети Польши и Литвы: Клайпеда, Эльблонг-Милеево, Лаукува.

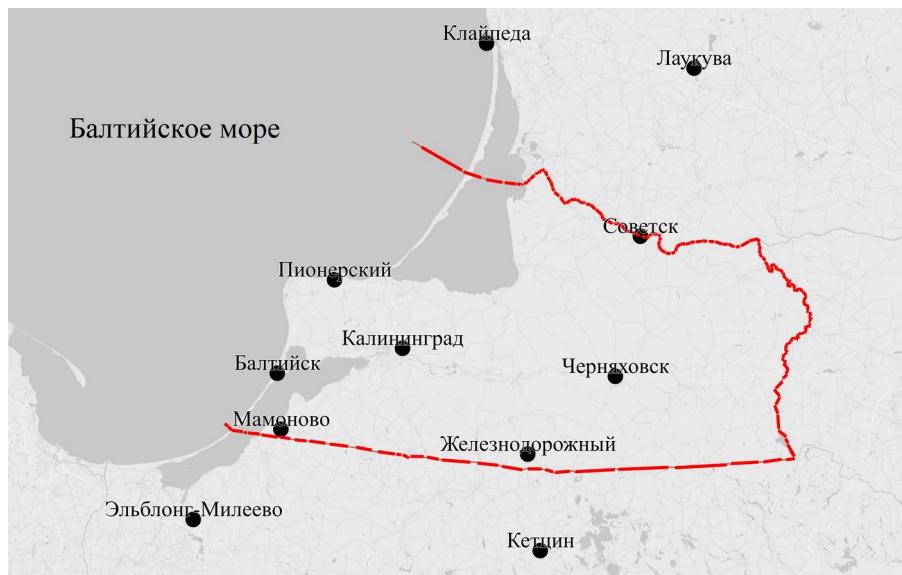


Рисунок 1 - Расположение метеостанций с наблюдениями за температурой воздуха, данные по которым использованы в исследовании

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.33.1>

Проведенная оценка качества исходных данных по статистическим критериям Диксона и Смирнова-Граббса [18] показала, что в рядах январской температуры воздуха на всех станциях обнаружены статистически значимые неоднородные минимальные экстремумы в 1987 г., что вызвано или экстремальными погодными событиями или имеет более редкую повторяемость. Ряды температуры воздуха остальных месяцев однородны практически во всех случаях. Процедура восстановления пропусков и удлинения рядов методом аналогов позволила увеличить ряды на 30%. На рисунке 2 представлены нестационарные ряды январских среднемесячных температур воздуха для двух метеостанций со статистически значимым различием средних значений по критерию Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 5\%$.

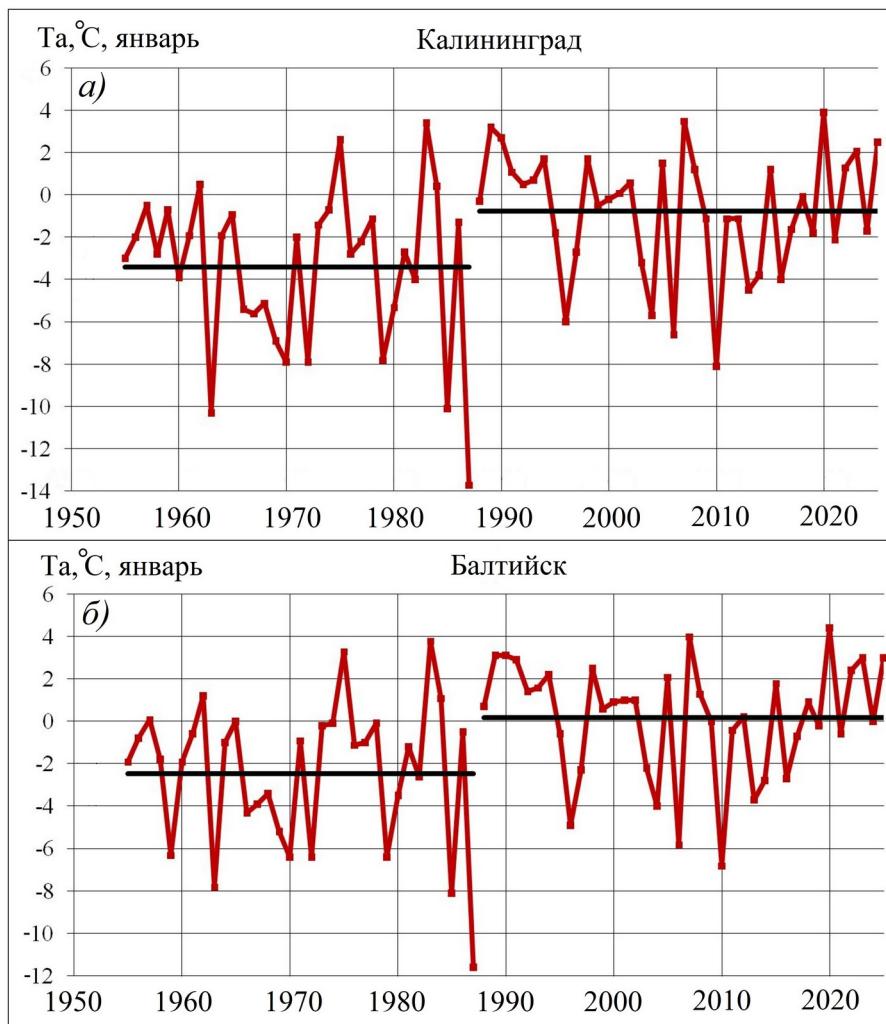


Рисунок 2 - Нестационарные ряды средних температур воздуха за январь (T_a) на станциях Калининград (а),
Балтийск (б), разделенных по году ступенчатых изменений
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.33.2>

Для периода 1961–2025 гг. было установлено, что для температур января модель ступенчатых изменений эффективна и статистически значима в 50% случаев, и год перехода от одного стационарного состояния средних значений к другому — 1988 г., что связано с усилением зонального переноса зимой (зимний индекс Северо-Атлантического колебания (САК)). Имеет место тесная корреляционная связь индекса САК и температуры январской воздуха, осредненной по территории Калининградского региона за совместный период 1950–2025 гг., $r = 0,75$, при уровне обеспеченности $P = 99\%$.

Год начала современного апрельского потепления получен 1989 г., модель ступенчатых изменений эффективна для всех станций. Начало июльского потепления относится к началу 2000-х годов, модель ступенчатых изменений статистически значима и эффективна для всех станций. Годы начала современного октябрянского относятся к началу 2010-х г., модель ступенчатых изменений эффективна в 30% случаев.

Обсуждение

Проведённая количественная оценка тенденций изменения температурного режима позволила установить наличие устойчивого повышения температуры воздуха в различные сезоны года. В январе зафиксировано потепление в пределах 2,5–3,1 °C, что не превышает естественную климатическую изменчивость и соответствует приблизительно 0,8 значения средней квадратической ошибки (СКО). Минимальные значения температуры отмечаются на побережье Балтийского моря, преимущественно на станциях Балтийск и Пионерский.

В апреле на всех исследованных метеорологических станциях наблюдается повышение среднемесячной температуры на 1,7–2,0 °C, что соответствует примерно 1,3 СКО. Таким образом, выявленные изменения превышают уровень естественной климатической изменчивости и могут рассматриваться как статистически значимая тенденция потепления в весенний период.

В июле температурные изменения характеризуются повышением на 1,5 °C в юго-западной части региона (станции Балтийск, Мамоново) и до 1,9 °C на востоке (станция Черняховск). Относительно естественного диапазона изменчивости величина потепления составляет 0,85–0,9 СКО, что указывает на пока умеренный характер наблюданной тенденции.

В октябре имеет место потепление 0,8–1,2°C, с минимумами на западе региона, которое меньше естественной изменчивости (0,6–0,7 СКО).

Для оценки будущего климата сначала был проведен исторический эксперимент, т.е. сравнение данных моделирования с данными наблюдений за период 1950–2005 гг. для 8 моделей проекта CMIP5 и 1950–2014 гг. для 12 моделей проекта CMIP6 для каждой из метеостанций.

В результате получено, что наиболее подходящей получилась американская модель института Аризоны MCM-UA проекта 6 поколения, где систематическая погрешность для района Калининградской области равна $\Delta_{ср} = 1,1$ °C в январе, апреле и $\Delta_{ср} = 0,7$ °C в июле и октябре.

Для каждой метеостанции были получены откорректированные значения будущей среднемесячной температуры воздуха, что обеспечило возможность выполнения надежной пространственной интерполяции. На рисунке 3 представлены карты пространственного распределения сценарных средних январских температур за 30-летние периоды, рассчитанные на основе климатической модели Института Аризоны по трём сценариям радиационного форсирования – SSP 2,6, SSP 4,5 и SSP 8,5 (Bt/m^2).

В настоящее время наименьшие температуры воздуха имеют место на юго-востоке и северо-востоке рассматриваемого региона и равны -3,7 °C и -4,5 °C, а наибольшие -1,1 °C на юго-западе.

По благоприятному сценарию SSP2,6 к концу 21 столетия рост температуры января составит 0,9–2,3 °C, с максимумом на станции Клайпеда.

По среднему сценарию SSP4,5 и неблагоприятному SSP 8,5 рост по территории по сравнению с современными значениями составит 5–6 °C. И к концу этого столетия на всей территории рассматриваемого региона средняя январская температура превысит наибольшие современные значения (0,5°C) более, чем в 6 раз (более 3°C).

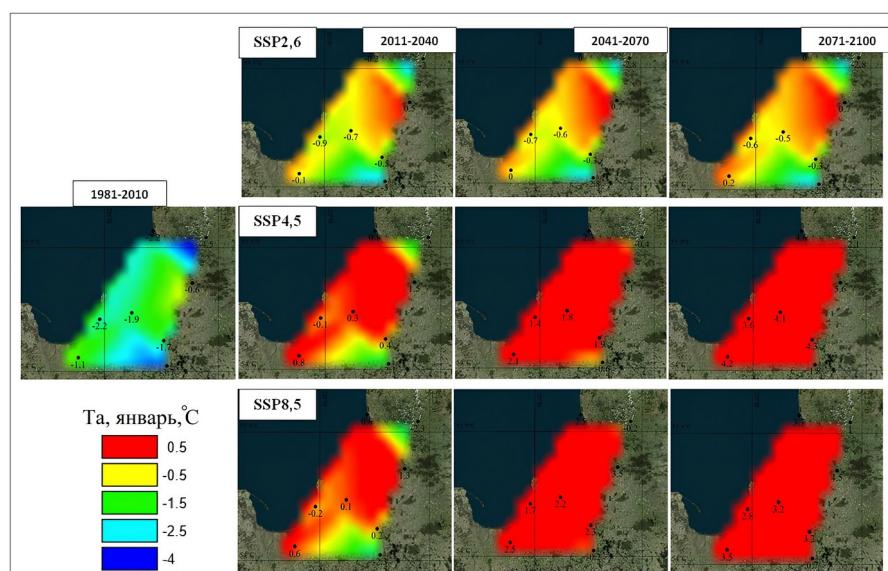


Рисунок 3 - Пространственные распределения будущих сценарных средних январских температур по 30-летним периодам для модели Института Аризоны и трех сценариев 2,6, 4,5 и 8,5 Bt/m^2

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.33.3>

Согласно проекции SSP4,5, к 2100 году ожидается повышение среднемесячной температуры воздуха примерно на 2,5 °C в июле и на 3–4 °C в апреле и октябре относительно современных климатических показателей. В условиях более неблагоприятной климатической траектории потепление может оказаться ещё более существенным: температура воздуха в июле может возрасти до 4 °C, а в апреле и октябре – до 5–6 °C по сравнению с текущими значениями.

Заключение

В результате проведённого исследования была сформирована объединенная база данных, включающая 12 метеорологических станций с рядами наблюдений за среднемесячной температурой воздуха за январь, апрель, июль и октябрь — месяцы, репрезентативно отражающие сезонную изменчивость климата региона. База создана путём объединения данных из двух независимых архивов, что обеспечило её полноту и репрезентативность. Проведённая оценка качества исходных данных показала их практическую однородность для всех месяцев, за исключением января, где выявлены незначительные расхождения. Реализованная процедура восстановления позволила увеличить длину временных рядов примерно на 30%, что повысило их информативность, статистическую устойчивость для последующего анализа климатических тенденций.

Выполненная количественная оценка климатического увеличения температур воздуха за период 1960–2025 гг. позволила установить, что в январе произошло потепление 2,5–3,1 °C, в июле оно составило 1,5–1,9, в октябре — 0,8–1,2°C. В апреле на всех станциях имело место потепление 1,7–2 °C. Эти изменения превышают естественную климатическую изменчивость только в апреле, в другие месяцы изменения пока меньше СКО.



Наиболее подходящей моделью для Калининградской области по наименьшей систематической ошибке является американская модель института Аризоны MCM-UA проекта CMIP6, где систематическая погрешность равна $\Delta_{\text{ср}} = 1,1^{\circ}\text{C}$ в январе, апреле и $\Delta_{\text{ср}} = 0,7^{\circ}\text{C}$ в июле и октябре.

Согласно результатам климатического моделирования по сценарию SSP4,5, к концу ХХI века ожидается повышение среднемесячной температуры воздуха в январе до 4°C , в июле — в среднем до $2,5^{\circ}\text{C}$, а в апреле и октябре — на $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$ по сравнению с современным климатическим периодом. При реализации более неблагоприятной сценарной траектории ожидается дальнейшее увеличение температуры воздуха: в июле до 4°C , а в январе, апреле и октябре — до $5\text{--}6^{\circ}\text{C}$ относительно текущих климатических условий. Полученные результаты свидетельствуют о тенденции к устойчивому росту температурного фона, что отражает усиление проявлений глобального потепления в Калининградской области. В связи с этим может быть целесообразным учитывать предполагаемых природных изменений в реализуемых организационных и инженерно-технических мероприятиях по адаптации к изменениям климата для обеспечения экологической, промышленной безопасности и жизнедеятельности населения.

Благодарности

Исследование выполнено в научно-исследовательской Лаборатории «Экология и климат» Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ) в рамках реализации проекта государственного задания № FSZU-2023-0002, шифр «Климат-2».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

The study was conducted at the 'Ecology and Climate' Research Laboratory of the Russian State Hydrometeorological University (RSHU) as part of the state project No. FSZU-2023-0002, code name 'Climate-2'.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Груза Г.В. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова. — Обнинск : ФГБУ «ВНИГМИ-МЦД», 2012. — 194 с. — ISBN: 978-5-901579-35-0.
- Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Росгидромет. — Санкт-Петербург : Наукомкие технологии, 2022. — 676 с. — ISBN 978-5-907618-14-5.
- Дроздов В.В. Региональные особенности влияния изменений климата на компоненты экосистем внутренних морей Европы и их побережья / В.В. Дроздов // Географическая среда и живые системы. — 2024. — № 1. — С. 6–29. — DOI: 10.18384/2712-7621-2024-1-6-29.
- Двоеглазова Н.В. Современное состояние климатической системы Калининградской области на фоне глобального потепления / Н.В. Двоеглазова // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. — 2019. — № 1. — С. 35–45.
- Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме // Росгидромет. — Санкт-Петербург : Наукомкие технологии, 2014. — 60 с. — ISBN 978-5-904206-13-0.
- Дроздов В.В. Оценка устойчивости экосистем Балтийского и Белого морей для обеспечения экологической безопасности освоения ресурсов шельфа с учетом гидрометеорологических условий / В.В. Дроздов // Экология и промышленность России. — 2021. — Т. 25, № 1. — С. 21–27. — DOI: 10.18412/1816-0395-2021-1-21-27.
- Ревич Б.А. Риски здоровью российского населения от погодных экстремумов в начале ХХI в. Часть 1. Волны жары и холода / Б.А. Ревич, Е.А. Григорьева // Проблемы анализа риска. — 2021. — Т. 18, № 2. — С. 12–33. — DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33.
- Виноградова В.В. Волны тепла на территории России как фактор дискомфортиности природной среды / В.В. Виноградова // Известия РАН. Серия географическая. — 2017. — № 4. — С. 68–77. — DOI: 10.7868/S0373244417040065.
- Баринова Г.М. Изменения климата и угрозы здоровью населения в Калининградской области / Г.М. Баринова, Д.В. Гаева, А.Ю. Романчук // Географическая среда и живые системы. — 2025. — № 1. — С. 86–97. — DOI: 10.18384/2712-7621-2025-1-87-96.
- Природно-климатические условия и социально-географическое пространство России / под ред. А.Н. Золотокрылова, В.В. Виноградовой, О.Б. Глазер. — Москва : Институт географии РАН, 2018. — 154 с. — ISBN 978-5-89658-050-8.
- Радцевич Г.А. Исследование тенденций изменения климата на Европейской части Российской Федерации за длительный период / Г.А. Радцевич, А.А. Черемисинов, А.Ю. Черемисинов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2017. — № 4(55). — С. 30–40. — DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.4.30.
- Лобанов В.А. Современные и будущие изменения климата Ленинградской области и их влияние на агроклиматические характеристики / В.А. Лобанов, В.Н. Абанников, А.А. Окуличева [и др.] // Метеорология и гидрология. — 2023. — № 9. — С. 100–113. — DOI: 10.52002/0130-2906-2023-9-100-113.



13. Груздев А.И. Оценка современных климатических изменений температуры воздуха в Северо-Западном Федеральном округе / А.И. Груздев, В.А. Лобанов // Гидрометеорология и экология. — 2025. — № 79. — С. 307–323. — DOI: 10.33933/2713-3001-2025-79-307-323.
14. Груздев А.И. Изменения температуры воздуха в настоящем и будущем на севере ЕТР / А.И. Груздев, В.А. Лобанов // Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития : материалы II Международной научно-практической конференции. — Санкт-Петербург : Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. — С. 340–344.
15. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации / В.Н. Малинин. — Санкт-Петербург : Изд. РГГМУ, 2008. — 408 с. — ISBN 978-5-86813-213-1.
16. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Cambridge, United Kingdom and New York, NY : Cambridge University Press, 2013. — 1535 p.
17. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Cambridge University Press, 2021. — 3949 p.
18. Лобанов В.А. Многомерный статистический анализ для исследования динамики климата: учебное издание / В.А. Лобанов. — Санкт-Петербург : РГГМУ, 2022. — 284 с. — ISBN 978-5-86813-572-9.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gruza G.V. Nablyudaemye i ozhidaemye izmeneniya klimata Rossii: temperatura vozdukha [Observed and Expected Climate Changes in Russia: Air Temperature] / G.V. Gruza, E.Ya. Ran'kova. — Obninsk : FSBI «VNIIGMI-MCD», 2012. — 194 p. — ISBN: 978-5-901579-35-0. [in Russian]
2. Tretij ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii [The Third Assessment Report on Climate Change and Its Consequences on the Territory of the Russian Federation] // Rosgidromet [Roshydromet]. — Saint Petersburg : Science-Intensive Technologies, 2022. — 676 p. — ISBN 978-5-907618-14-5. [in Russian]
3. Drozdov V.V. Regional'nye osobennosti vliyaniya izmenenij klimata na komponenty ekosistem vnutrennih morej Evropy i ih poberezh'ya [Regional Features of the Influence of Climate Change on the Components of Ecosystems of the Inland Seas of Europe and Their Coasts] / V.V. Drozdov // Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy [Geographical Environment and Living Systems]. — 2024. — № 1. — P. 6–29. — DOI: 10.18384/2712-7621-2024-1-6-29. [in Russian]
4. Dvoeglazova N.V. Sovremennoe sostoyanie klimaticheskoy sistemy Kaliningradskoj oblasti na fone global'nogo potepleniya [Current State of the Climate System of the Kaliningrad Region Against the Background of Global Warming] / N.V. Dvoeglazova // Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Estestvennye i medicinskie nauki [Bulletin of the Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences]. — 2019. — № 1. — P. 35–45. [in Russian]
5. Vtoroj ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshchee rezyume [The Second Assessment Report on Climate Change and Its Consequences on the Territory of the Russian Federation. General Summary] // Rosgidromet [Roshydromet]. — Saint Petersburg : Science-Intensive Technologies, 2014. — 60 p. — ISBN 978-5-904206-13-0. [in Russian]
6. Drozdov V.V. Ocenka ustojchivosti ekosistem Baltijskogo i Belogo morej dlya obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti osvoeniya resursov shelfa s uchetom gidrometeorologicheskikh uslovij [Assessment of the Sustainability of the Baltic and White Sea Ecosystems to Ensure Environmental Safety of Shelf Resource Development Taking into Account Hydrometeorological Conditions] / V.V. Drozdov // Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]. — 2021. — Vol. 25, № 1. — P. 21–27. — DOI: 10.18412/1816-0395-2021-1-21-27. [in Russian]
7. Revich B.A. Riski zdorov'yu rossijskogo naseleniya ot pogodnyh ekstremumov v nachale XXI v. Chast' 1. Volny zhary i holoda [Health Risks to the Russian Population from Weather Extremes at the Beginning of the 21st Century. Part 1. Heat and Cold Waves] / B.A. Revich, E.A. Grigor'eva // Problemy analiza risika [Issues of Risk Analysis]. — 2021. — Vol. 18, № 2. — P. 12–33. — DOI: 10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33. [in Russian]
8. Vinogradova V.V. Volny tepla na territorii Rossii kak faktor diskomfortnosti prirodnogo sredy [Heat Waves on the Territory of Russia as a Factor of Environmental Discomfort] / V.V. Vinogradova // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographic Series]. — 2017. — № 4. — P. 68–77. — DOI: 10.7868/S0373244417040065. [in Russian]
9. Barinova G.M. Izmeneniya klimata i ugrozy zdorov'yu naseleniya v Kaliningradskoj oblasti [Climate Change and Threats to Public Health in the Kaliningrad Region] / G.M. Barinova, D.V. Gaeva, A.Yu. Romanchuk // Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy [Geographical Environment and Living Systems]. — 2025. — № 1. — P. 86–97. — DOI: 10.18384/2712-7621-2025-1-87-96. [in Russian]
10. Prirodno-klimaticheskie usloviya i social'no-geograficheskoe prostranstvo Rossii [Natural-Climatic Conditions and Socio-Geographical Space of Russia] / ed. by A.N. Zolotokrylin, V.V. Vinogradova, O.B. Glezer. — Moscow : Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 2018. — 154 p. — ISBN 978-5-89658-050-8. [in Russian]
11. Radcevich G.A. Issledovanie tendencij izmeneniya klimata na Evropejskoj chasti Rossijskoj Federacii za dlitel'nyj period [Study of Climate Change Trends in the European Part of the Russian Federation over a Long Period] / G.A. Radcevich, A.A. Cheremisinov, A.Yu. Cheremisinov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Voronezh State Agrarian University]. — 2017. — № 4(55). — P. 30–40. — DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.4.30. [in Russian]



12. Lobanov V.A. Sovremennye i budushchie izmeneniya klimata Leningradskoj oblasti i ih vliyanie na agroklimaticheskie harakteristiki [Current and Future Climate Changes in the Leningrad Region and Their Impact on Agro-Climatic Characteristics] / V.A. Lobanov, V.N. Abannikov, A.A. Okulicheva [et al.] // Meteorologiya i gidrologiya [Meteorology and Hydrology]. — 2023. — № 9. — P. 100–113. — DOI: 10.52002/0130-2906-2023-9-100-113. [in Russian]
13. Gruzdev A.I. Ocenka sovremennyh klimaticheskikh izmenenij temperatury vozduha v Severo-Zapadnom Federal'nom okrufe [Assessment of Current Climatic Changes in Air Temperature in the Northwestern Federal District] / A.I. Gruzdev, V.A. Lobanov // Gidrometeorologiya i ekologiya [Hydrometeorology and Ecology]. — 2025. — № 79. — P. 307–323. — DOI: 10.33933/2713-3001-2025-79-307-323. [in Russian]
14. Gruzdev A.I. Izmeneniya temperatury vozduha v nastoyashchem i budushchem na severe ETR [Changes in Air Temperature in the Present and Future in the North of the European Territory of Russia] / A.I. Gruzdev, V.A. Lobanov // Gidrometeorologiya i fizika atmosfery: sovremennye dostizheniya i tendencii razvitiya [Hydrometeorology and Physics of the Atmosphere: Modern Achievements and Development Trends] : Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. — Saint Petersburg : Association of University Publishers and Polygraphers, 2024. — P. 340–344. [in Russian]
15. Malinin V.N. Statisticheskie metody analiza gidrometeorologicheskoy informacii [Statistical Methods for Analyzing Hydrometeorological Information] / V.N. Malinin. — Saint Petersburg : RSHMU, 2008. — 408 p. — ISBN 978-5-86813-213-1. [in Russian]
16. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Cambridge, United Kingdom and New York, NY : Cambridge University Press, 2013. — 1535 p.
17. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Cambridge University Press, 2021. — 3949 p.
18. Lobanov V.A. Mnogomernyj statisticheskij analiz dlya issledovaniya dinamiki klimata: uchebnoe izdanie [Multivariate Statistical Analysis for Studying Climate Dynamics: Educational Edition] / V.A. Lobanov. — Saint Petersburg : RSHMU, 2022. — 284 p. — ISBN 978-5-86813-572-9. [in Russian]