

НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ/ATMOSPHERIC AND CLIMATE SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.4>

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В РАВНИННОЙ ЗОНЕ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 65 ЛЕТ

Научная статья

Кешева Л.А.^{1,*}, Ташилова А.А.², Теунова Н.В.³

¹ ORCID : 0000-0002-5132-1563;

² ORCID : 0000-0002-2368-6047;

³ ORCID : 0000-0002-1135-3587;

^{1, 2, 3} Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (kesheva.lara[at]yandex.ru)

Аннотация

В данной работе проведен анализ температурного режима в равнинной зоне юга европейской территории России за период 1961–2024 гг., с выделением 2-х подпериодов: 1961–2000 гг. и 2001–2024 гг. Анализ годового и сезонного распределения температуры воздуха для семи метеостанций: Изобильный, Моздок, Прохладная, Дербент, Изберг, Кизляр, Махачкала в указанные периоды показал, что в период 2001–2024 гг. среднегодовая температура на 1,3°C выше, чем в период 1961–2000 гг. Среднегодовые и сезонные скорости роста температур во все периоды имели положительную тенденцию, за исключением среднеосенней температуры в период 1961–2000 гг. Анализ аномалий среднегодовых температур показал, что, начиная с 2012 г., наблюдались исключительно положительные аномалии среднегодовых температур.

Для детализации климатических изменений, происходящих на исследуемой территории, было выделено две подзоны: прикаспийская (м/станции Изобильный, Моздок, Прохладная) и степная (м/станции Дербент, Изберг, Кизляр, Махачкала). Среднегодовая температура в прикаспийской зоне превышала этот показатель в степной зоне на 1,8°C. Особенно выделялись зимний и осенний сезоны, когда превышение температуры в прикаспийской зоне составило ≈ 3,0°C. Сравнительный анализ изменения температуры в конце XX в. и в начале XXI в. показал, что в период 1961–2000 гг. на фоне начавшегося потепления в холодные сезоны имели место статистически незначимые отрицательные тренды. В период 2001–2024 гг. все тренды положительные и статистически значимые как в степной, так и в прикаспийской зонах.

Ключевые слова: температура, юг европейской территории России, равнинная зона, степная, прикаспийская, линейный тренд, аномалии.

ANALYSIS OF TEMPERATURE CONDITIONS IN THE PLAIN AREA OF THE SOUTHERN EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA OVER THE LAST 65 YEARS

Research article

Kesheva L.A.^{1,*}, Tashilova A.A.², Teunova N.V.³

¹ ORCID : 0000-0002-5132-1563;

² ORCID : 0000-0002-2368-6047;

³ ORCID : 0000-0002-1135-3587;

^{1, 2, 3} High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russian Federation

* Corresponding author (kesheva.lara[at]yandex.ru)

Abstract

This work examines the temperature regime in the plain area of the southern European part of Russia for the period 1961–2024, dividing it into two sub-periods: 1961–2000 and 2001–2024. An analysis of the annual and seasonal distribution of air temperature for seven weather stations: Izobilny, Mozdok, Prokhladnaya, Derbent, Izberg, Kizlyar, Makhachkala during the specified periods showed that in the period 2001–2024, the average annual temperature was 1.3°C higher than in the period of 1961–2000. The average annual and seasonal rates of temperature increase showed a positive tendency in all periods, except for the average autumn temperature in the period from 1961 to 2000. Analysis of anomalies in average annual temperatures showed that, starting from 2012, only positive anomalies in average annual temperatures were observed.

To provide a detailed picture of the climatic changes occurring in the study area, two subzones were identified: the Caspian subzone (Isobilny, Mozdok, Prokhladnaya stations) and the steppe subzone (Derbent, Izberg, Kizlyar, Makhachkala stations). The average annual temperature in the Caspian zone exceeded that in the steppe zone by 1.8°C. The winter and autumn seasons were particularly notable, with temperatures in the Caspian zone exceeding those in the steppe zone by ≈ 3.0°C. A comparative analysis of temperature changes at the end of the XX century and the beginning of the XXI century showed that in the period from 1961 to 2000, amid the onset of warming, there were statistically insignificant negative trends during the cold seasons. In the period 2001–2024, all tendencies are positive and statistically significant in both the steppe and Caspian zones.

Keywords: temperature, southern European part of Russia, plain area, steppe area, Caspian Sea region area, linear trend, anomalies.

Введение

На современном этапе развития общества проблема изменения климата стала одним из самых серьёзных и актуальных направлений научно-технической деятельности. Ее актуальность определяется масштабностью современных климатических изменений, которые наблюдаются в различных регионах мира, и последствиях, которые проявляются как на мировом, так и на региональном уровнях [1], [2]. Исследования изменений регионального климата являются важной составляющей исследований глобальных изменений. К числу климатозависимых регионов относится юг европейской территории России (ЕТР), являющийся одним из важнейших сельскохозяйственных районов (равнинная, предгорная зоны). Территория России существенно более чувствительна к воздействиям на климат, чем Северное полушарие и земной шар в целом. Согласно [3] рост среднегодовой температуры после середины 1970-х в два с половиной раза превосходит глобальный и составляет $+0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет, что может повлечь высокий риск засухи в основных зернопроизводящих регионах, деградацию мерзлоты, ускоренное таяние ледников с ростом опасности наводнений, лавин в горных районах [4].

Исследование климатических изменений в различных регионах России и в различные сезоны года посвящено большое количество работ [5], [6], [7], [8], [9], в которых показано, что потепление наблюдается на всей территории России. Сильнее всего изменения температуры проявляется на территориях от западной границы к южной части Урала и Сибири, а также к Кавказу и побережьям Черного и Каспийского морей.

Методы и принципы исследования

В климатологии качество данных метеопараметров (однородность, репрезентативность) является весьма важным. Временные ряды метеопараметров являются однородными, если вариации, представленные этими рядами, являются результатом исключительно изменений погоды и климата. Для проведения анализа использовались данные гидрометеорологических наблюдений на метеорологических станциях государственной наблюдательной сети Росгидромета, предоставленные Северо-Кавказским управлением гидрометеорологической службы. Данные рядов температуры — однородные, репрезентативные и без пропусков. На протяжении всего исследуемого времени (1961–2024 гг.) местоположение станций оставалось постоянным, без изменений в окружающей среде станций (отсутствовало урбанизации местонахождения метеостанций, влияющей на репрезентативность температурных записей).

Объектом исследования является изменение температурного режима в равнинной зоне юга европейской территории России (ЕТР) за период с 1961 по 2024 гг. Равнинная зона (высота над уровнем моря (м н.у.м.) менее 200 м) занимает большую часть территории юга ЕТР и простирается от Черного моря на западе и до Каспийского моря на востоке. Исследования проводились по данным 7 метеостанций: Изобильный (194 м н.у.м.), Моздок (126 м н.у.м.), Прохладная (198 м н.у.м.), Дербент (30 м н.у.м.), Изберг (21 м н.у.м.), Кизляр (-17 м н.у.м.), Махачкала (173 м н.у.м.).

Исследования проводились для сезонных и годовых средних значений температуры приземного воздуха за долговременный период с 1961 по 2024 гг. и подпериоды (1961–2000 гг. и 2001–2024 гг.). Временные ряды были исследованы статистическими методами, а также с помощью программы SPSS 15.0 [10] и дополнены линейными трендами, характеризующими тенденцию рассматриваемой величины за периоды наблюдений.

Оценка коэффициентов линейных трендов считалась согласно стандартной теории линейной регрессии (методом наименьших квадратов) [11] и выражена в градусах за десятилетие, $^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Силу тренда, его значимость описывает величина вклада в суммарную дисперсию ($D, \%$):

$$D = (1 - (s_{\text{ост}}^2 / s_{\text{ряда}}^2)) \cdot 100\%$$

где:

$s_{\text{ост}}^2$ — дисперсия остатков;

$s_{\text{ряда}}^2$ — дисперсия исходного ряда.

Для построения карты распределения температуры на исследуемой территории была использована программа визуализации метеорологических данных из файлов в формате GRD программы Surfer 6.0 [12]. При их построении использовались интерполяция Криге (Kriging) и метод ближайших соседей (nearestneighbors).

Основные результаты

В результате проведенных исследований получено, что за весь период наблюдения осредненные по данным, полученным на метеостанциях равнинной зоны, среднегодовые температуры воздуха колеблются от $9,8^{\circ}\text{C}$ до $13,8^{\circ}\text{C}$, составляя в среднем $11,9^{\circ}\text{C}$ (табл. 1). При рассмотрении подпериодов получено, что среднегодовая температура в период 1961–2024 гг. составляет $11,9^{\circ}\text{C}$, при этом в подпериод 1961–2000 гг. среднегодовая температура составила $11,4^{\circ}\text{C}$, а в начале XXI в. возросла до $12,7^{\circ}\text{C}$, при этом минимальное значение среднегодовой температуры повысилось с $9,8^{\circ}\text{C}$ до $11,5^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1 - Распределение среднегодовой температуры в равнинной зоне юга ЕТР

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.4.1>

Период, годы	Средняя температура, °C/ стандартное отклонение, °C					Максимальная из средних температур, °C					Минимальная из средних температур, °C					Угловой коэффициент тренда, b°C/10 лет / D (%)				
	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень	год
1961–2024 гг.	0,8/1,7	10,7/1,0	23,4/1,1	12,8/1,2	11,9/1,0	3,8 (2022 г.)	12,7 (2024 г.)	25,9 (2010 г.)	15,5 (2012 г.)	13,8 (2024 г.)	-3,9 (1972 г.)	8,5 (1969 г.)	21,3 (1978 г.)	8,6 (1993 г.)	9,8 (1993 г.)	0,3/14,0	0,3/25,0	0,4/47,0	0,25/15,1	0,32/38,5
1961–2000 гг.	0,3/1,6	10,3/0,9	22,9/0,8	12,3/1,1	11,4/0,8	3,7 (1981 г.)	11,7 (1962 г.)	24,9 (1998 г.)	14 (1968 г.)	13,1 (1966 г.)	-3,9 (1972 г.)	8,5 (1969 г.)	21,3 (1978 г.)	8,6 (1993 г.)	9,8 (1993 г.)	0,19/1,0	0,05/0,32	0,17/5,2	-0,0833	0,04/0,26
2001–2024 гг.	1,5/1,5	11,4/0,9	24,4/0,9	13,6/1,1	12,7/0,6	3,8 (2022 г.)	12,7 (2024 г.)	25,9 (2010 г.)	15,5 (2012 г.)	13,8 (2024 г.)	-2 (2003 г.)	9,5 (2003 г.)	22,5 (2003 г.)	10,8 (2011 г.)	11,5 (2011 г.)	0,7/11,0	0,5/21,3	0,8/45,9	0,24/2,6	0,59/49,6

Самый большой рост произошел в изменении среднелетней температуры, которая выросла на 1,5°C, с 22,9°C в период 1961–2000 гг., до 24,4°C в период 2001–2024 гг. Максимальное значение среднелетней температуры увеличилось на 1,0°C, а минимальная среднезимняя температура возросла на 1,9°C с -3,9°C до -2,0°C, что подтверждает потепление климата в регионе.

Оценка изменений климата проводилась также с применением корреляционного анализа. С помощью углового коэффициента линейного тренда b характеризовалась скорость изменения среднегодовой и среднесезонных температур, их повышение или уменьшение. Величиной коэффициента детерминации D оценивался вклад линейного тренда в объясненную дисперсию. Было получено, что во все рассматриваемые периоды и сезоны скорость роста температур имела положительную тенденцию, за исключением среднеосеннеей температуры в период 1961–2000 гг. В период 1961–2000 гг. скорость роста среднегодовой температуры составила $b_1=0,04^{\circ}\text{C}/10$ лет с незначимым коэффициентом детерминации ($D=0,26\%$). В начале XXI в. скорость значительно возросла и составила $b_2=0,59^{\circ}\text{C}/10$ лет, с вкладом тренда в объясненную дисперсию $D=49,6\%$ (табл.1, рис.1). Таким образом, усиление потепления с начала XXI в. по сравнению со второй половиной XX в. наглядно демонстрирует значительный рост коэффициента линейного тренда за период 2000–2024 гг.

Из таблицы 1 видно, что наибольшая скорость роста, со статистически значимыми трендами наблюдается у среднезимних и среднелетних температур, что наглядно показано на рисунке 1.

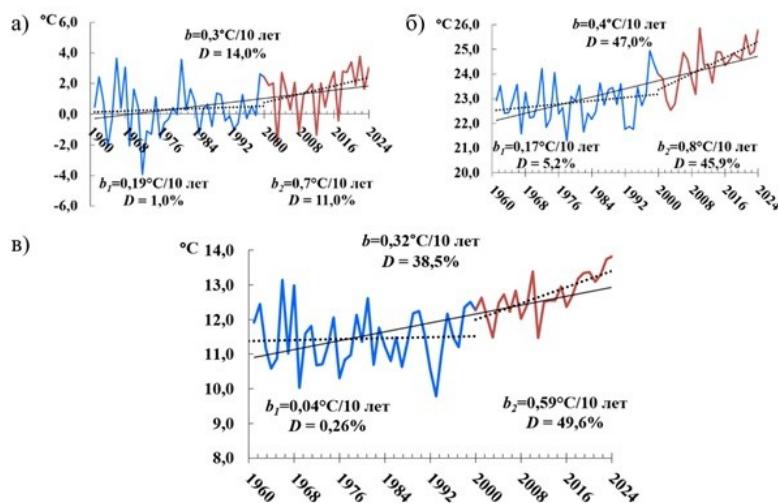


Рисунок 1 - Ход средних годовых и сезонных температур с трендом:

а) зима; б) лето; в) год

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.4.2>

Еще одним из распространенных подходов к анализу современных тенденций изменения климата является расчет показателей аномальности среднегодовой температуры по отношению к нормированным значениям. Аномалии среднегодовой температуры воздуха в равнинной зоне юга ЕТР рассчитывались как отклонения от средних значений за 1991–2020 гг.

На рисунке 2 показаны среднегодовые аномалии температуры приземного воздуха за период 1961–2024 гг. с 11-летним скользящим средним, где видны вариации с преимущественно отрицательными отклонениями температуры воздуха за 1961–2000 гг. и с преимущественно положительными за период 2001–2024 гг. С конца 1990-х годов наблюдался стабильный рост температуры воздуха, что видно на рисунке 2 (11-летнее скользящее среднее температур). Начиная с 2012 г. имелись исключительно положительные аномалии среднегодовых температур, максимальная положительная аномалия наблюдалась в 2024 г. и составила +1,6°C. Самая большая отрицательная аномалия имела место в 1993 г. и составила -2,4°C относительно климатической нормы 1991–2020 гг.

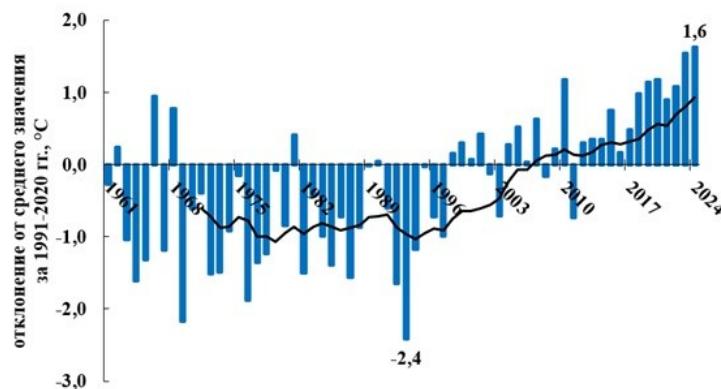


Рисунок 2 - Изменение аномалий (отклонение от средних за 1991–2020 гг.) среднегодовой температуры приземного воздуха в равнинной зоне юга ЕТР

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.4.3>

Примечание: жирная линия показывает сглаженный ход температуры (11-летнее скользящее среднее)

Климатические особенности равнинной зоны юга ЕТР обусловлены рядом факторов, в том числе орографической неоднородностью территории [13]. Используя данные [14] построена карта распределения средних годовых температур во всех климатических зонах юга ЕТР (рис. 3) с помощью программы визуализации метеорологических данных из файлов в формате GRD программы Surfer 6.0 [12].

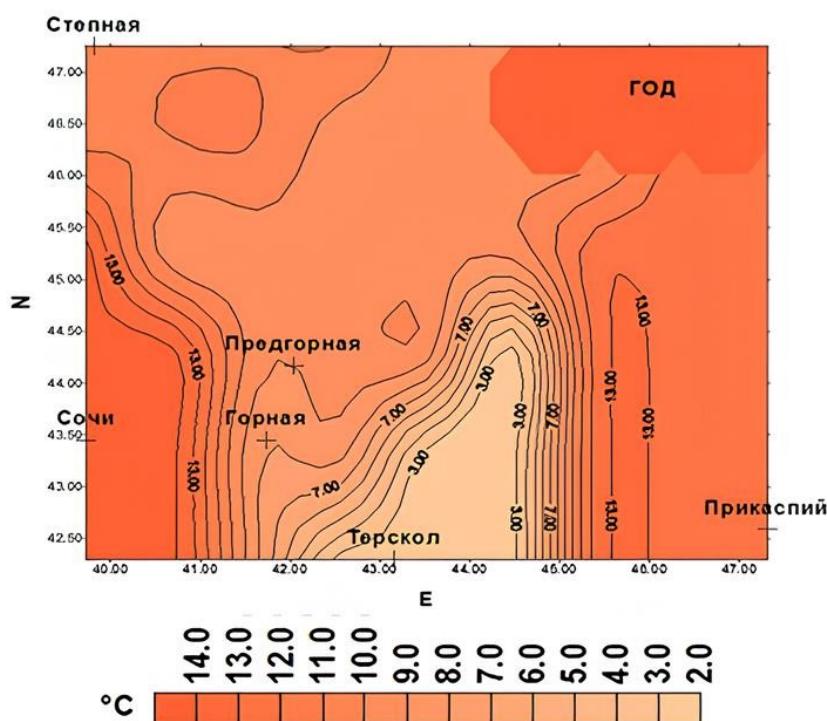


Рисунок 3 - Годовое распределение средних температур в различных климатических зонах юга ЕТР

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.4.4>

Для детализации климатических изменений, происходящих на исследуемой территории, было выделено две подзоны, это прикаспийская зона и степная. Степная зона включает в себя м/станции Изобильный, Моздок и Прохладная. М/станции Дербент, Изберг, Кизляр и Махачкала относятся к прикаспийской зоне.

На рисунке 4 представлены средние значения годовых и сезонных температур в выделенных зонах за период 1961–2024 гг. Из рисунка видно, что в прикаспийской зоне средние температуры во все сезоны выше, чем в степной зоне. Разница среднегодовых температур составляет 1,8°C, в летний сезон — 1,1°C, особенно выделяется зимний и осенний сезоны, когда разница между температурами составляет более 3,0°C. Такая ситуация является следствием того, что в засушливом районе прикаспийской низменности, к которым и относится данная область, при нагревании приземных слоев воздуха на испарение тратится очень мало энергии, то есть вся длинноволновая радиация от нагретой поверхности приходится на прогрев приземного слоя воздуха.

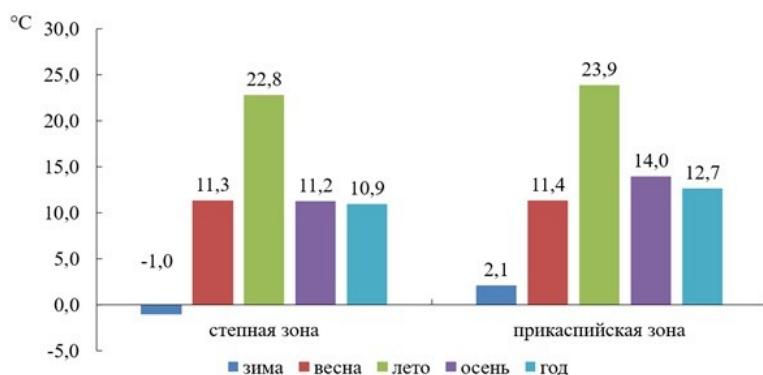


Рисунок 4 - Средние годовые и сезонные температуры в степной и прикаспийской зонах юга ЕТР за период 1961–2024 гг.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.4.5>

Дополнительно были проведены расчеты линейных трендов изменения средних годовых и сезонных температур по рассматриваемым зонам для всего периода 1961–2024 гг., а также с выделением двух подпериодов 1961–2000 гг. и 2001–2024 гг. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристики линейного тренда в степной и прикаспийской зонах

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.4.6>

Период	Сезон	Степная зона		Прикаспийская зона	
		b (°C/10 лет)	D (%)	b (°C/10 лет)	D (%)
1961–2024 гг.	зима	0,4	18,4	0,3	9,3
	весна	0,3	19,7	0,3	27,4
	лето	0,5	45,4	0,4	43,5
	осень	0,3	15,0	0,2	14,7
	год	0,4	42,5	0,3	33,1
1961–2000 гг.	зима	0,3	2,8	-0,03	0,04
	весна	0,1	0,5	0,03	0,2
	лето	0,2	4,6	0,15	4,5
	осень	-0,1	1,5	-0,1	1,9
	год	0,01	1,8	-0,01	0,03
2001–2024 гг.	зима	0,7	10,0	0,7	12,2
	весна	0,5	16,1	0,6	24,5
	лето	0,8	40,1	0,8	46,3
	осень	0,3	4,2	0,2	1,44
	год	0,6	45,2	0,6	51,9

В начале XXI в. прослеживается более интенсивное повышение температуры приземного воздуха, чем за период 1961–2000 гг., как в степной, так и прикаспийской зонах региона. Это повышение вносит основной вклад в усиление скорости роста температуры за весь рассматриваемый период. Для средних сезонных температур за период 2001–2024 гг. в обеих зонах наблюдалась общая закономерность: наибольшая скорость роста наблюдается в летний сезон в обеих зонах и составляет в период 2001–2024 гг. $0,8^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ при $D = 40,1\%$ в степной и $46,3\%$ в прикаспийской зоне, далее следует зимний сезон со скоростью роста $0,7^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ при $D = 10,0\%$ до $D = 12,2\%$.

Заключение

Проведенное исследование по анализу изменения температурного режима в равнинной зоне юга ЕТР показало, что в период 2001–2024 гг. осредненная годовая температура выросла на $1,3^{\circ}\text{C}$ по сравнению с периодом 1961–2000 гг. Самый большой рост происходил в изменении среднелетней температуры. Во все рассматриваемые периоды среднегодовые и сезонные скорости роста температур имели положительную тенденцию, за исключением среднеосенней температуры в период 1961–2000 гг. В начале XXI в. скорость роста среднегодовой температуры статистически значимо выросла и составила $0,59^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$, при $D = 49,6\%$. Анализ аномалий среднегодовых температур показал, что начиная с 2012 г. наблюдались исключительно положительные аномалии среднегодовых температур, максимальная положительная аномалия наблюдалась в 2024 г.

При анализе изменения температуры в прикаспийской и степной зонах получено, что в прикаспийской зоне средние температуры во все сезоны выше, чем в степной зоне. При сравнении трендов двух временных периодов

можно заметить, что если в периоде 1961–2000 гг. встречались отрицательные тренды изменения температуры и все тренды были статистически незначимы, то в период 2001–2024 гг. все тренды положительные и статистически значимые, как в степной, так и в прикаспийской зонах.

Такие изменения среднегодовой и среднесезонной температуры воздуха свидетельствуют об усилении потепления на территории равнинной зоны юга ЕТР.

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.

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

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. — Санкт-Петербург : Наукоемкие технологии, 2022. — 124 с.
2. Мохов И.И. Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования / И.И. Мохов // Вестник Российской академии наук. — 2022. — Т. 92, № 1. — С. 3–14.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. — Москва, 2025. — 104 с.
4. Беккиев М.Ю. Современная деградация долинных ледников Центрального Кавказа / М.Ю. Беккиев, М.Д. Докукин, Р.Х. Калов [и др.] // Фундаментальная и прикладная климатология. — 2021. — Т. 8, № 3. — С. 57–80.
5. Акимов Л.М. Анализ климатических параметров температуры воздуха на европейской территории России в летний период / Л.М. Акимов, Т.Н. Задорожная, В.П. Закусилов // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы : материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 3–5 октября 2019 г.). — Т. 1. — С. 13–19.
6. Камалова Р.Г. Тенденции изменений температурного режима на территории Республики Башкортостан в холодный период / Р.Г. Камалова, Р.Ш. Фатхутдинова, Л.А. Курбанова [и др.] // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. — 2023. — Т. 44. — С. 60–73.
7. Гайко Л.А. Изменчивость температуры воды и воздуха вдоль побережья Восточного Приморья и Хабаровского края по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях / Л.А. Гайко // Морской гидрофизический журнал. — 2022. — Т. 38, № 4. — С. 389–404.
8. Переведенцев Ю.П. Изменения климата на территории Республики Татарстан / Ю.П. Переведенцев, К.М. Шаньалинский, Н.А. Мирсаева [и др.] // Географический вестник. — 2024. — № 1(68). — С. 103–112.
9. Кешева Л.А. Пространственно-временное изменение средних и экстремальных температур в Северо-Кавказском регионе / Л.А. Кешева, Н.В. Теунова // Высшая школа: научные исследования : материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 22 июля 2021 г.). — Москва : Издательство Инфинити, 2021. — С. 144–150.
10. Бююль А. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей / А. Бююль, П. Цефель. — Санкт-Петербург : ДиаСофтЮП, 2002. — 608 с.
11. Карлберг К. Регрессионный анализ в Microsoft Excel / К. Карлберг; пер. с англ. — Санкт-Петербург : ООО «Диалектика», 2019. — 400 с.
12. Силкин К.Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8 / К.Ю. Силкин. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. — 66 с.
13. Ашабоков Б.А. Пространственно-временное изменение климата юга европейской территории России, оценка его последствий, методы и модели адаптации АПК / Б.А. Ашабоков, Л.М. Федченко, А.А. Ташилова [и др.]. — Нальчик : ООО «Фрегат», 2020. — 476 с.
14. Федченко Л.М. Изменение основных климатических показателей в предгорной зоне Северного Кавказа за период 1961–2022 гг. / Л.М. Федченко, А.А. Ташилова, Л.А. Кешева [и др.] // Географический вестник. — 2024. — № 1(68). — С. 113–123.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Tretiy otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii. Obshchее rezyume [Third Assessment Report on Climate Change and Its Consequences on the Territory of the Russian Federation. General Summary]. — Saint Petersburg : Naukoemkie tekhnologii, 2022. — 124 p. [in Russian]
2. Mokhov I.I. Izmeneniya klimata: prichiny, riski, posledstviya, problemy adaptatsii i regulirovaniya [Climate Change: Causes, Risks, Consequences, Adaptation and Regulation Problems] / I.I. Mokhov // Vestnik Rossiyskoy akademii nauk [Herald of the Russian Academy of Sciences]. — 2022. — Vol. 92, № 1. — P. 3–14. [in Russian]
3. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2024 god [Report on the Features of Climate on the Territory of the Russian Federation for 2024]. — Moscow, 2025. — 104 p. [in Russian]
4. Bekkiyev M.Yu. Sovremennaya degradatsiya dolinnnykh lednikov Tsentral'nogo Kavkaza [Modern Degradation of Valley Glaciers in the Central Caucasus] / M.Yu. Bekkiyev, M.D. Dokukin, R.Kh. Kalov [et al.] // Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya [Fundamental and Applied Climatology]. — 2021. — Vol. 8, № 3. — P. 57–80. [in Russian]

5. Akimov L.M. Analiz klimaticeskikh parametrov temperatury vozdukha na evropeyskoy territorii Rossii v letniy period [Analysis of Climatic Air Temperature Parameters on the European Territory of Russia in the Summer Period] / L.M. Akimov, T.N. Zadorozhnaya, V.P. Zakusilov // Global'nye klimaticeskie izmeneniya: regional'nye effekty, modeli, prognozy [Global Climate Changes: Regional Effects, Models, Forecasts] : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference (Voronezh, October 3–5, 2019). — Vol. 1. — P. 13–19. [in Russian]

6. Kamalova R.G. Tendentii izmeneniy temperaturnogo rezhima na territorii Respubliki Bashkortostan v kholodnyy period [Trends in Temperature Regime Changes on the Territory of the Republic of Bashkortostan in the Cold Period] / R.G. Kamalova, R.Sh. Fatkhutdinova, L.A. Kurbanova [et al.] // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle [Proceedings of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences]. — 2023. — Vol. 44. — P. 60–73. [in Russian]

7. Gayko L.A. Izmenchivost' temperatury vody i vozdukha vdol' poberezh'ya Vostochnogo Primor'ya i Khabarovskogo kraya po dannym nablyudeniy na gidrometeorologicheskikh stantsiyakh [Variability of Water and Air Temperature Along the Coast of Eastern Primorye and Khabarovsk Krai According to Observations at Hydrometeorological Stations] / L.A. Gayko // Morskoy gidrofizicheskiy zhurnal [Marine Hydrophysical Journal]. — 2022. — Vol. 38, № 4. — P. 389–404. [in Russian]

8. Perevedentsev Yu.P. Izmeneniya klimata na territorii respubliki Tatarstan [Climate Changes on the Territory of the Republic of Tatarstan] / Yu.P. Perevedentsev, K.M. Shan'alinsky, N.A. Mirsaeva [et al.] // Geograficheskiy vestnik [Geographical Bulletin]. — 2024. — № 1(68). — P. 103–112. [in Russian]

9. Keshcheva L.A. Prostranstvenno-vremennoe izmenenie srednikh i ekstremal'nykh temperatur v Severo-Kavkazskom regione [Spatio-Temporal Change of Mean and Extreme Temperatures in the North Caucasus Region] / L.A. Keshcheva, N.V. Teunova // Vysshaya shkola: nauchnye issledovaniya [Higher School: Scientific Research] : Proceedings of the Interuniversity International Congress (Moscow, July 22, 2021). — Moscow : Izdatel'stvo Infiniti, 2021. — P. 144–150. [in Russian]

10. Byuyul' A. SPSS: iskusstvo obrabotki informatsii. Analiz statisticheskikh dannykh i vosstanovlenie skrytykh zakonomernostey [SPSS: The Art of Information Processing. Analysis of Statistical Data and Restoration of Hidden Patterns] / A. Byuyul', P. Tsefel'. — Saint Petersburg : DiaSoftYuP, 2002. — 608 p. [in Russian]

11. Karlberg K. Regressionnyy analiz v Microsoft Excel [Regression Analysis in Microsoft Excel] / K. Karlberg; transl. from English. — Saint Petersburg : OOO «Dialektika», 2019. — 400 p. [in Russian]

12. Silkin K.Yu. Geoinformatsionnaya sistema Golden Software Surfer 8 [Geographic Information System Golden Software Surfer 8] / K.Yu. Silkin. — Voronezh : Publishing and Printing Center of Voronezh State University, 2008. — 66 p. [in Russian]

13. Ashabokov B.A. Prostranstvenno-vremennoe izmenenie klimata yuga evropeyskoy territorii Rossii, otsenka ego posledstviy, metody i modeli adaptatsii APK [Spatio-Temporal Climate Change in the South of the European Territory of Russia, Assessment of Its Consequences, Methods and Models of Agro-Industrial Complex Adaptation] / B.A. Ashabokov, L.M. Fedchenko, A.A. Tashilova [et al.]. — Nal'chik : OOO «Fregat», 2020. — 476 p. [in Russian]

14. Fedchenko L.M. Izmenenie osnovnykh klimaticeskikh pokazateley v predgornoy zone Severnogo Kavkaza za period 1961–2022 gg. [Change in Main Climatic Indicators in the Foothill Zone of the North Caucasus for the Period 1961–2022] / L.M. Fedchenko, A.A. Tashilova, L.A. Keshcheva [et al.] // Geograficheskiy vestnik [Geographical Bulletin]. — 2024. — № 1(68). — P. 113–123. [in Russian]