

УДК 551.583

***ЛЕТНЯЯ ПОГОДА В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ ЮГА ЕТР: АНАЛИЗ
ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ***

Кешева Л. А.

Старший научный сотрудник отдела физики облаков, к.ф.-м.н,

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,

г. Нальчик, Россия

Теунова Н.В.

старший научный сотрудник отдела физики облаков, к.ф.-м.н,

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,

г. Нальчик, Россия

Аннотация: Россия, как и весь мир, ощущает на себе влияние меняющегося климата. Эти изменения проявляются по-разному и несут в себе серьезные риски и неожиданные последствия для нашей природы, экономики и жизни людей. В работе рассмотрены результаты изменений летних температур и сумм осадков в предгорной зоне юга европейской территории России в период 1961-2024 гг. Результаты исследований подтвердили статистически значимую тенденцию повышения летних температур на всех рассматриваемых метеостанциях. Анализ временных рядов атмосферных осадков не обнаружил статистически значимых трендов, все коэффициенты угловых трендов отрицательные, что говорит о дефиците осадков в летний период.

Ключевые слова: предгорная зона, метеостанции, летняя температура, сумма осадков, тренд, климатическая норма

***SUMMER WEATHER IN THE FOOTHILL ZONE OF SOUTHERN
RUSSIA: AN ANALYSIS OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION***

Kesheva L. A.

Senior Researcher, Cloud Physics Department,

PhD in Physics and Mathematics,

High Mountain Geophysical Institute,

Nalchik, Russian Federation

Teunova N. V.

Senior Researcher, Cloud Physics Department,

PhD in Physics and Mathematics,

High Mountain Geophysical Institute,

Nalchik, Russian Federation

Abstract: Russia, like the rest of the world, is experiencing the impact of a changing climate. These changes manifest themselves in different ways and carry serious risks and unexpected consequences for our environment, economy, and human life. This paper examines the results of changes in summer temperatures and precipitation in the foothill zone of southern European Russia from 1961 to 2024. The study results confirmed a statistically significant trend of increasing summer temperatures at all the meteorological stations examined. An analysis of precipitation time series revealed no statistically significant trends, and all angular trend coefficients were negative, indicating a precipitation deficit during the summer period.

Keywords: foothill zone, meteorological stations, summer temperature, precipitation totals, trend, climate norm

По данным Всемирной метеорологической организации, последние годы бьют рекорды. Период с 2015 по 2020 год стал самым жарким шестилетием за всю историю наблюдений. А если взять десятилетие с 2011 по 2020 год, то оно оказалось самым теплым за все время проведения метеорологических наблюдений. Тенденция очевидна: начиная с 1980-х годов, каждое

последующее десятилетие становится теплее предыдущего. Это говорит о том, что климат меняется не просто локально, а глобально, и Россия не является исключением [1-3].

В условиях глобального изменения климата европейская территория России (ЕТР) привлекает особое внимание отечественных исследователей. Данные показывают, что в начале XXI века на всей территории ЕТР наблюдается заметное увеличение как сезонных, так и годовых температур воздуха, а также возросло количество атмосферных осадков по сравнению с показателями XX века. Это подчеркивает необходимость дальнейшего изучения климатических изменений в регионе и их потенциального влияния на различные сферы жизни [4-8].

В данной работе проводятся исследования изменения температурного режима и режима осадков в летние месяцы в предгорных районах юга ЕТР. Исследования проводились на основе данных пяти метеостанций (МС), расположенных на высоте от 500 до 1000 метров над уровнем моря. В выборку вошли наблюдения на МС Черкесск (526 м), Кисловодск (819 м), Нальчик (500 м), Владикавказ (680 м) и Буйнакск (560 м).

Для анализа были использованы многолетние ряды метеонаблюдений, охватывающие 64 года, с 1961 по 2024 год. С использованием статистических методов были выявлены характерные для предгорного района юга ЕТР особенности и закономерности в динамике климата. Были рассчитаны показатели линейного тренда (b), отражающие направленность изменений, и оценена их статистическая достоверность с помощью коэффициента детерминации (D).

Кроме того, для каждой метеостанции были определены отклонения фактических значений температуры воздуха и осадков от средних многолетних показателей. В качестве климатической нормы, согласно международным

стандартам Всемирной метеорологической организации, был принят 30-летний интервал с 1991 по 2020 год [3].

Как видно из таблицы 1 среднелетняя температура за исследуемый период на всех рассматриваемых метеостанциях ниже климатической нормы. Отклонения составляют от $-0,7^{\circ}\text{C}$ до $-0,4^{\circ}\text{C}$. По сумме осадков выделяется МС Кисловодск, где наблюдается превышение климатической нормы на 17,4 мм, по остальным МС среднее значение суммы осадков ниже климатической нормы от -8,0 мм до -1,1 мм (кроме Черкесска, где среднее значение совпадает с нормой).

Таблица 1. Отклонения среднелетней температуры воздуха и суммы осадков от климатической нормы

Метеостанция	Климатическая норма 1991-2020 гг.	Среднелетнее значение 1961-2024 гг.	Отклонения от климатической нормы
Температура, $^{\circ}\text{C}$			
Черкесск	20,7	20,3	-0,4
Кисловодск	18,8	18,1	-0,7
Нальчик	21,9	21,3	-0,6
Владикавказ	20,1	19,6	-0,5
Буйнакск	22,3	21,7	-0,6
Осадки, мм			
Черкесск	223,3	223,3	0,0
Кисловодск	262,5	279,9	17,4
Нальчик	232,9	228,0	-4,9
Владикавказ	383,8	375,8	-8,0
Буйнакск	171,3	170,2	-1,1

Далее был проведен анализ среднемесячных летних температур (табл. 2), который показал отрицательные отклонения от климатической нормы на всех рассматриваемых метеостанциях, которые составляют в июне от $-0,5^{\circ}\text{C}$ до $-0,4^{\circ}\text{C}$, в июле от $-0,6$ до $-0,4^{\circ}\text{C}$ и в августе от $-0,7^{\circ}\text{C}$ до $-0,5^{\circ}\text{C}$. Метеостанция Кисловодск продемонстрировала самые низкие температуры во всех трех летних месяцах, при этом все показатели также ниже климатической нормы.

В летние месяцы на МС юга ЕТР наблюдались как отрицательные, так и положительные отклонения в количестве осадков. В июне и августе отмечались

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

положительные отклонением сумм осадков на МС Кисловодск, которые превысили норму на 4,8 мм и 8,5 мм соответственно. В июле положительное отклонение сумм осадков было зафиксировано на МС Черкесск и составило 8,2 мм. На МС Буйнакск июль оказался единственным месяцем, когда наблюдался дефицит осадков – отклонение составило -2,1 мм. Что касается наименьших отклонений, то в июне они были отмечены на МС Владикавказ, где выпало на 14,5 мм меньше осадков, чем обычно. В августе же наименьшее отрицательное отклонение зафиксировали на МС Черкесск – -3,5 мм.

Таблица 2. Климатические отклонения температуры и осадков в летний период

Метеостанция	Температура, °С		Осадки, мм	
	Климатическая норма 1991-2020 гг.	Среднелетнее значение 1961-2024 гг.	Климатическая норма 1991-2020 гг.	Среднелетнее значение 1961-2024 гг.
июнь				
Черкесск	19,1	18,7	96,2	91,4
Кисловодск	17,1	16,6	110,3	115,1
Нальчик	20,3	19,8	107,9	103,1
Владикавказ	18,7	18,2	182,3	167,8
Буйнакск	20,8	20,3	62,9	66,0
июль				
Черкесск	21,8	21,3	63,3	71,5
Кисловодск	19,7	19,1	88,3	92,4
Нальчик	22,9	22,3	67,2	67,7
Владикавказ	21,2	20,6	111,1	116,9
Буйнакск	23,3	22,8	55,8	53,7
август				
Черкесск	21,4	20,9	63,9	60,4
Кисловодск	19,4	18,7	63,9	72,4
Нальчик	22,5	21,8	57,7	57,2
Владикавказ	20,4	19,9	90,4	91,0
Буйнакск	22,8	22,1	52,6	51,5

На рисунке 1 приведен годовой ход среднелетних температур и сумм осадков за исследуемый период для рассматриваемых МС предгорной зоны.

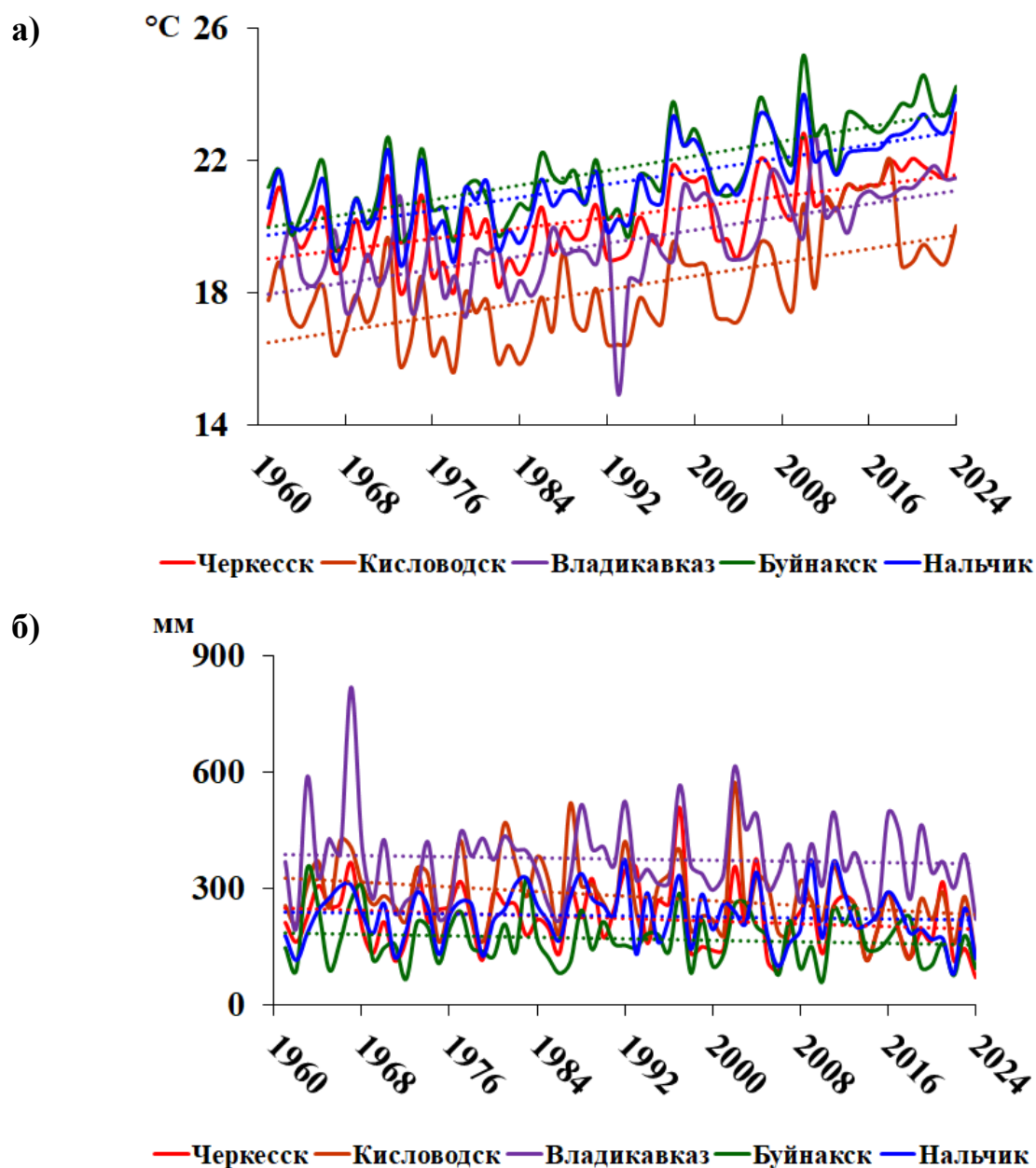


Рис. 1. Годовой ход средних летних температур воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и сумм осадков (мм) за период 1961-2024 гг.

Как видно из рисунка 1а и таблицы 3 по температуре наблюдаются положительные статистически значимые коэффициенты тренда по всем метеостанциям, и они являются синхронными во времени. Вклад трендов в объяснённую дисперсию составляет от 37% до 54%.

Таблица 3. Характеристики линейных трендов среднелетних температур воздуха и суммы осадков

Метеостанция	температура		осадки	
	°C/10 лет	<i>D</i> , %	мм/ 10 лет	<i>D</i> , %
Черкесск	0,40	38	-8,49	3,5
Кисловодск	0,52	37	-14,98	8,87
Нальчик	0,50	52	-3,17	0,7
Владикавказ	0,50	42	-4,03	0,48
Буйнакск	0,56	54	-5,12	1,99

Анализ временных рядов атмосферных осадков (рис.1б) не обнаружил статистически значимых трендов (вклад тренда в объясненную дисперсию от 0,48 до 8,87%), все коэффициенты угловых трендов отрицательные, что говорит о дефиците осадков. Это связано с воздействием одних и тех же областей низкочастотной изменчивости атмосферы, которые влияют на климат определённых районов юга ЕТР через крупномасштабные атмосферные явления, такие как циклоны и антициклоны. Благодаря этому удалённому воздействию формируются характерные климатические особенности.

Чтобы лучше понять, как менялась летняя температура со временем, были проанализированы данные за десятилетия в период с 1961 по 2020 год. В таблице 4 представлены средние летние температуры по десятилетиям, за весь исследуемый период (1961-2020 гг.) и текущая климатическая норма (1991-2020 гг.). Исследования показали, что в начале периода наблюдений, а именно в 1961-1970 годах, на метеостанциях Нальчик, Владикавказ и Буйнакск летние температуры были ниже нормы. Позже, в 1981-1990 годах, такая же тенденция к снижению летних температур была зафиксирована в Черкесске и Кисловодске. Однако, во все остальные десятилетия, средняя летняя температура воздуха на всех метеостанциях стабильно росла.

Таблица 4. Средняя летняя температура воздуха по десятилетиям (°C)

Метеостанция	1961-2020	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020	1991-2020
Черкесск	20,3	19,8	19,5	19,4	20,2	20,8	21,3	20,7

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Кисловодск	18,1	17,5	17,2	17,0	17,7	18,4	20,4	18,8
Нальчик	21,3	20,3	20,5	20,5	21,3	22,1	22,4	21,9
Владикавказ	19,6	18,7	18,8	18,8	19,3	20,3	20,8	20,1
Буйнакск	21,7	20,6	20,9	21,0	21,6	22,4	23,1	22,3
Осредненные значения	20,2	19,4	19,4	19,3	20,0	20,8	21,6	20,8

Если сравнить средние летние температуры за первое (1961-1970 гг.) и последнее (2011-2020 гг.) десятилетие, то становится очевидно: лето стало заметно жарче. В среднем, за последний рассматриваемый период (2011-2020 гг.) летние месяцы были на 2,2°C теплее, чем в период с 1961 по 1970 год. Самый скромный рост температуры зафиксирован в Черкесске – всего 1,5°C.

Вне периодов осреднения рассмотрены летние периоды 2021-2024 гг., где также сохранилась тенденция повышения температурного фона. На метеостанции Кисловодск среднелетняя температура за последние четыре года составила 19,4°C, Владикавказ – 21,4°C, Черкесск – 22,1°C, Нальчик – 23,3°C и Буйнакск – 23,9°C. Полученные результаты подтверждают тенденцию повышения летних температур. По осадкам за летние периоды 2021-2024 гг. получены следующие осредненные значения: на метеостанции Буйнакск – 127 мм, Нальчик – 154 мм, Черкесск – 162 мм, Кисловодск – 213 мм и Владикавказ – 321 мм.

Библиографический список

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Научные технологии, 2022. – 124 с.

2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. Росгидромет. Москва, 2021. 104 с.

3. <https://wmo.int/ru/media/2020-god-stal-odnim-iz-trekh-samykh-teplykh-let-v-istorii-nablyudeniya>

4. Габова В.Н., Федоров Ю.А., Савицкий В.А., Доценко И.В. Динамика среднемесячных температур воздуха и атмосферных осадков в летний период в некоторых районах ростовской области и краснодарского края // Успехи современного естествознания. 2022. № 8. С. 25-38.

5. Залиханов М.Ч., Федченко Л.М., Ашабоков Б.А., Кешева Л.А., Теунова Н.В. Возможные последствия изменения климата на Юге Европейской территории России // Успехи современного естествознания. 2021. № 12. С. 107-113.

6. Бадахова Г.Х. Полувековой мониторинг средней летней температуры воздуха в Центральном Предкавказье / Международный научный журнал «Инновационная наука». 2024. №11-1-2. С.157-159.

7. Петрова А.Н. Региональные изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в среднем течении реки Лены / Вестник СВФУ. Серия «Науки о земле». 2025. №3(39). С.78-87.

8. Кешева Л.А., Теунова Н.В. Климатические изменения в Северо-Кавказском регионе / Материалы V Кавказского Международного экологического форума «Исследования изменений атмосферы, климата и динамики ландшафтов» 20-21 декабря 2021 года, Грозный. С. 142-146.