

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА И ПРЕДКАВКАЗЬЯ ПО ПЕРИОДАМ ВСЕМИРНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ «МОЗДОК» И «ВЛАДИКАВКАЗ»

Айларов А.Е.

*ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова»,
Владикавказ, e-mail: ailarov@bk.ru*

Проведен сравнительный регрессионный анализ динамики температур по метеостанциям «Моздок» и «Владикавказ» с 1961 по 2022 гг. (входят в сеть Всемирной метеорологической организации под номерами 37145 и 37228 соответственно). Метеостанция «Моздок» находится в сухостепной зоне Центрального Предкавказья на абсолютной высоте 136 м, метеостанция «Владикавказ» – в предгорной лесостепной зоне Центрального Кавказа на абсолютной высоте 703 м. Расстояние между метеостанциями – 78 км. Динамика температур изучена по периодам Всемирной метеорологической организации (стандартные периоды), по которым определяются/определялись скользящие климатические нормы: 1961–1990, 1971–2000, 1981–2010, 1991–2020, а также 1991–2022, 1961–2022 гг. Показано, что по всем периодам на метеостанциях происходил устойчивый рост температур. Выровненность климатических рядов высокая. Показатели коэффициента вариации временных рядов не превышали 10%. По всем периодам зафиксированы устойчивые положительные тренды от 0,3°C до 0,7°C/10 лет. Исключение составляет тренд по метеостанции «Владикавказ» за период 1961–1990 гг.: 0,2. Динамика температур между метеостанциями имеет высокую степень взаимосвязанности с коэффициентом корреляции r (0,95), кроме периода 1961–1990 гг. ($r=0,8$) и R^2 – 0,7–0,9. Такая ситуация связана с влиянием общих процессов циркуляции атмосферы на Юге России. Рассчитанные параметры подтверждают высокую степень синхронности температурных колебаний между метеостанциями. Полученные результаты могут служить основой в целях разработки прогнозных агроклиматических моделей для нужд сельского хозяйства.

Ключевые слова: регрессия, Центральное Предкавказье, климатические нормы, корреляция, синхронность, тренд, агроклиматические модели

COMPARATIVE TEMPERATURE DYNAMICS OF THE CENTRAL CAUCASUS AND PRE-CAUCASUS BY PERIODS OF THE WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION AT METEOROLOGICAL STATIONS «MOZDOK» AND «VLADIKAVKAZ»

Aylarov A.E.

*North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, Vladikavkaz,
e-mail: ailarov@bk.ru*

A comparative regression analysis of temperature dynamics at the meteorological stations «Mozdok» and «Vladikavkaz» from 1961 to 2022 (included in the network of the World Meteorological Organization under numbers 37145 and 37228, respectively) has been carried out. The «Mozdok» meteorological station is located in the dry-steppe zone of the Central Pre-Caucasus at an absolute altitude of 136 m. The meteorological station «Vladikavkaz» is located in the foothill forest-steppe zone of the Central Caucasus at an absolute altitude of 703 m. The distance between the weather stations is 78 km. Temperature dynamics was studied for the periods of the World Meteorological Organization (standard periods) for which the rolling climatic normals are determined: 1961–1990, 1971–2000, 1981–2010, 1991–2020 and 1961–2022. It is shown that there was a steady increase in temperatures at the meteorological stations for all periods. The alignment of the climatic series is high. The coefficient of variation of time series did not exceed 10%. Steady positive trends from 0.3°C to 0.7°C/10 years were recorded for all periods. The exception is the meteorological station «Vladikavkaz» trend for 1961–1990: 0.2. Temperature dynamics between weather stations are highly correlated with a r (0.95) correlation coefficient except for 1961–1990 ($r=0.8$) and R^2 of 0.7–0.9. This situation is connected to the influence of the general atmospheric circulation processes in South Russia. The calculated parameters confirm a high degree of synchronization of temperature fluctuations between the meteorological stations. The results obtained can be the basis for developing predictive agroclimatic models for the needs of farming.

Keywords: regression, Central Caucasus, climatic norms, trends, correlation, synchronization, agroclimatic models

Введение

Происходящие изменения климата являются актуальной мировой проблемой и отражаются в многочисленных отечественных и зарубежных исследованиях междисциплинарной направленности на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Северный Кавказ как важнейший регион Российской Федерации имеет высокий потенциал развития и играет весомую роль в экономике страны. Однако вопросы изменения климата выдвигают на первый план такие вопросы, как рост частоты засух и других неблагоприятных климатических

процессов, отрицательно влияющих на развитие региона [1].

По этой причине стоит задача повышения адаптивности отраслей экономики, в особенности растениеводства, к современной трансформации климата.

Трансформация климата в значительной мере затрагивает и равнинную территорию РСО – Алания, расположенную в двух зональных типах природных комплексов Юга России: сухостепной зоне Центрального Предкавказья и предгорной лесостепной зоне Центрального Кавказа [2].

Климатической информацией территории обеспечивают две метеостанции (м/с), входящие в сеть Всемирной метеорологической организации (ВМО): м/с «Моздок» с индексом ВМО 37145 (высота 136 м н.у.м., сухостепная зона Центрального Предкавказья) и м/с «Владикавказ» с индексом 37228 (высота 70 м н.у.м., предгорная лесостепная зона Центрального Кавказа). Разница в высотах достигает значительной величины – 567 м. Метеостанции находятся на одном меридиане – 44°вд (рис. 1).

Под влиянием атмосферной циркуляции на Юге России вектор движения воздушных масс имеет основную направленность от северных или южных румбов. Вследствие этого градиент температур снижается от низменных сухостепных засушливых к предгорным возвышенно-равнинным лесостепным полувлажным и влажным

ландшафтам: 11,3–9,7°С, а градиент осадков, наоборот, растет: 463–955 мм [4]. Такая конфигурация ландшафтов оказывает значительное влияние на температурный режим территории, распределение тепловых ресурсов и агроклиматические условия растениеводства.

Атмосферные процессы на Европейской части России, квалифицируемые как циркуляционные эпохи меридиональных векторов северного или южного выходов циклонов, а также зональных переносов, по Б.Л. Дзердзеевскому [5], формируют фоновые климатические условия Юга России. В настоящее время, согласно работе [5], продолжается третья меридиональная циркуляционная эпоха с перемещением циклонов из южных широт. Как показали расчеты по оцениваемым метеостанциям, современные изменения циркуляционных эпох существенного влияния на синхронные колебания температурного режима не оказывали.

В связи с этим важным вопросом изучения климата является исследование сравнительной динамики температур на указанных м/с как факторов формирования агроклиматических ресурсов, которое до настоящего времени по РСО – Алания не выполнялось.

Цель исследования – анализ и выявление тенденций многолетней динамики температур исследуемой территории с учетом ландшафтной дифференциации региона.

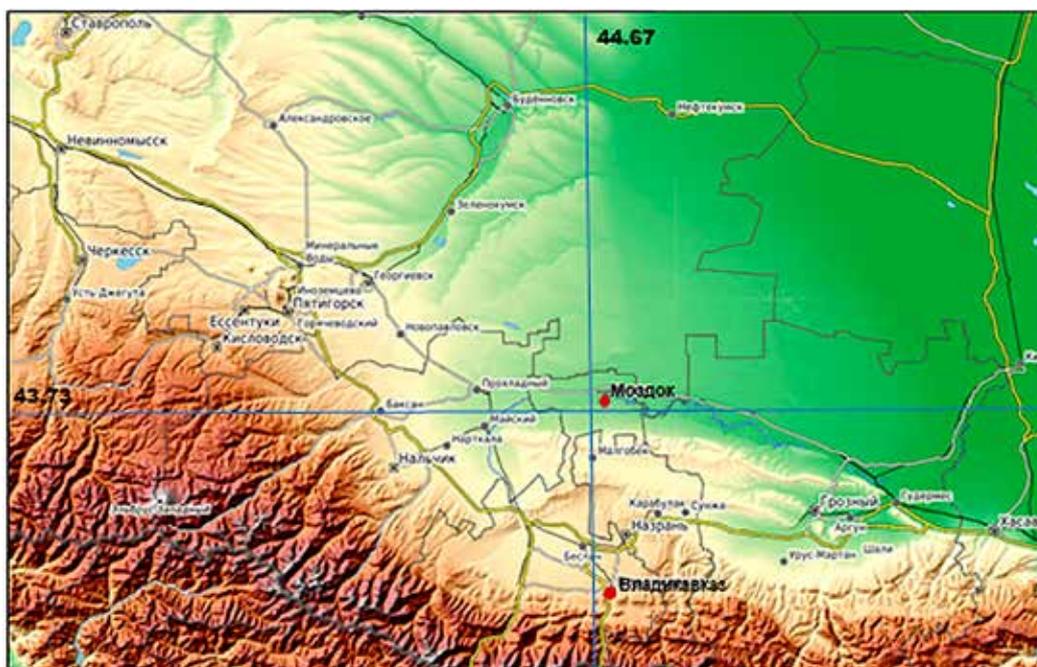


Рис. 1. Карта-схема расположения м/с «Моздок» и «Владикавказ» (М: 1 см=30 км) [3]

В ходе работы решались следующие задачи: 1) сравнительный регрессионный анализ температурных рядов по м/с «Моздок» и «Владикавказ» с 1961 по 2022 гг.; 2) выявление и статистическая оценка трендов; 3) определение возможной синхронности температурных рядов между оцениваемыми м/с; 4) оценка агроклиматического потенциала территории.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выбрана территория РСО – Алания, где протянулись две ландшафтные зоны: сухостепная Центрального Предкавказья (м/с «Моздок») и предгорная лесостепная Центрального Кавказа (м/с «Владикавказ»).

В основу исследования положены массивы электронных баз данных климатических параметров Гидрометцентра России [4], Научно-прикладного справочника «Климат России» (Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации) [6], Справочно-информационного портала «Pogodaiklimat»

[7], методических документов Всемирной метеорологической организации [8].

Сравнительный анализ температурной динамики осуществляли по референтным периодам ВМО, в пределах которых определялись/определяются климатические нормы: 1961–1990, 1971–2000, 1981–2010, 1991–2020, а также за весь период наблюдений 1961–2022 гг.

В статистическом анализе использовали инструментарий MS Excel – Пакет анализа (регрессия, корреляция, коэффициенты вариации исходных рядов и т.д.). Были определены все характеристики трендов по указанным периодам (табл. 1), построены соответствующие сравнительные графики и корреляционные диаграммы (уравнения регрессий) для последующего анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительный анализ показал высокую степень взаимосвязанности температурной динамики между м/с «Моздок» и «Владикавказ».

Таблица 1

Сравнительные параметры стандартных периодов ВМО по м/с «Моздок» и «Владикавказ»

Период	Параметры периодов ВМО					
	м/с Моздок: № ВМО 37145, 136 м н.у.м. (сухостепная низменно-равнинная зона Центрального Предкавказья)					
1961-1990	Базовый	Тср.: 10,2	CV: 5,1	г: 0,8	Tr: 0,3°C/10 лет	R ² : 0,7
1971-2000	Скользкий	Тср.: 10,3	CV: 5,0	г: 0,9	Tr: 0,3°C/10 лет	R ² : 0,8
1981-2010	Скользкий	Тср.: 10,9	CV: 7,0	г: 0,98	Tr: 0,7°C/10 лет	R ² : 0,9
1991-2020	Действующий	Тср.: 11,3	CV: 6,4	г: 0,97	Tr: 0,7°C/10 лет	R ² : 0,9
1991-2022	Постбазовый	Тср.: 11,4	CV: 6,7	г: 0,97	Tr: 0,7°C/10 лет	R ² : 0,9
1961-2022	Весь период наблюдений	Тср.: 11,5	CV: 8,3	г: 0,9	Tr: 0,4°C/10 лет	R ² : 0,9
2001-2030	Предстоящий					
1991- ...	Постбазовый (бессрочный: ВМО [9])					
Период	м/с Владикавказ: № ВМО 37228, 703 м н.у.м. (лесостепная предгорная зона Центрального Кавказа)					
1961-1990	Базовый	Тср.: 8,5	CV: 4,6	г: 0,8	Tr: 0,2°C/10 лет	R ² : 0,7
1971-2000	Скользкий	Тср.: 8,6	CV: 6,6	г: 0,9	Tr: 0,4°C/10 лет	R ² : 0,8
1981-2010	Скользкий	Тср.: 9,2	CV: 8,0	г: 0,98	Tr: 0,7°C/10 лет	R ² : 0,9
1991-2020	Действующий	Тср.: 9,7	CV: 7,5	г: 0,97	Tr: 0,7°C/10 лет	R ² : 0,9
1991-2022	Постбазовый	Тср.: 9,6	CV: 7,7	г: 0,97	Tr: 0,7°C/10 лет	R ² : 0,9
1961-2022	Весь период наблюдений	Тср.: 9,8	CV: 9,9	г: 0,9	Tr: 0,4°C/10 лет	R ² : 0,9
2001-2030	Предстоящий					
1991- ...	Постбазовый (бессрочный: ВМО [9])					

Примечания: Тср – среднегодовая температура (°C); CV – коэффициент вариации (%); г – коэффициент корреляции Пирсона; Tr – тренд (°C/10 лет); R² (R-квадрат) – коэффициент детерминации в регрессионном анализе.

Из таблицы 1 следует, что по мере перехода от одного скользящего периода ВМО к другому происходил устойчивый рост температур по обеим м/с.

При этом коэффициент вариации температурных рядов нигде не превышал 10%, показывая высокую степень выровненности. Коэффициент корреляции Пирсона (r) также имеет высокие уровни – не менее 0,9, за исключением периода 1961–1990 гг., где он был равен 0,8.

Величина трендов на м/с нарастала с каждым новым скользящим периодом ВМО от 0,2–0,4 в 1961–1990, 1971–2000 гг. до 0,7°C/10 лет по всем последующим временным интервалам.

Таблица 1 построена по принципу диаграммы Ганта: начальный период ВМО или стандартный период 1961–1990 гг. используется для определения долговременных тенденций изменения климата. Остальные 30-летние временные интервалы обознача-

ются как скользящие периоды ВМО: в таблице 1 последовательно сдвинуты на 10 лет вперед. Период 1991–2020 гг. 1991- ... и далее идентифицируется автором как современный (постбазовый) период согласно принятым стандартам ВМО для оценки длительно-временных трансформаций климата [8]. Для каждого периода ВМО даются значения основных статистических параметров в соответствии с целями и задачами работы. Розовым цветом в таблице 1 показан период ВМО от 1991 гг. и далее – как бессрочный. Таким образом, видна целостная картина всех периодов осреднения, принятых ВМО.

В дальнейшем за периоды 1981–2010 гг. и далее тренды нарастали, и их значение находилось на уровне 0,7°C/10 лет. Также высокие значения для двух м/с имел R-квадрат – 0,8–0,9, кроме периода 1961–1990 гг., – 0,7. Как видно из рисунка 2, графики температур на оцениваемых м/с (а и б) практически параллельны.

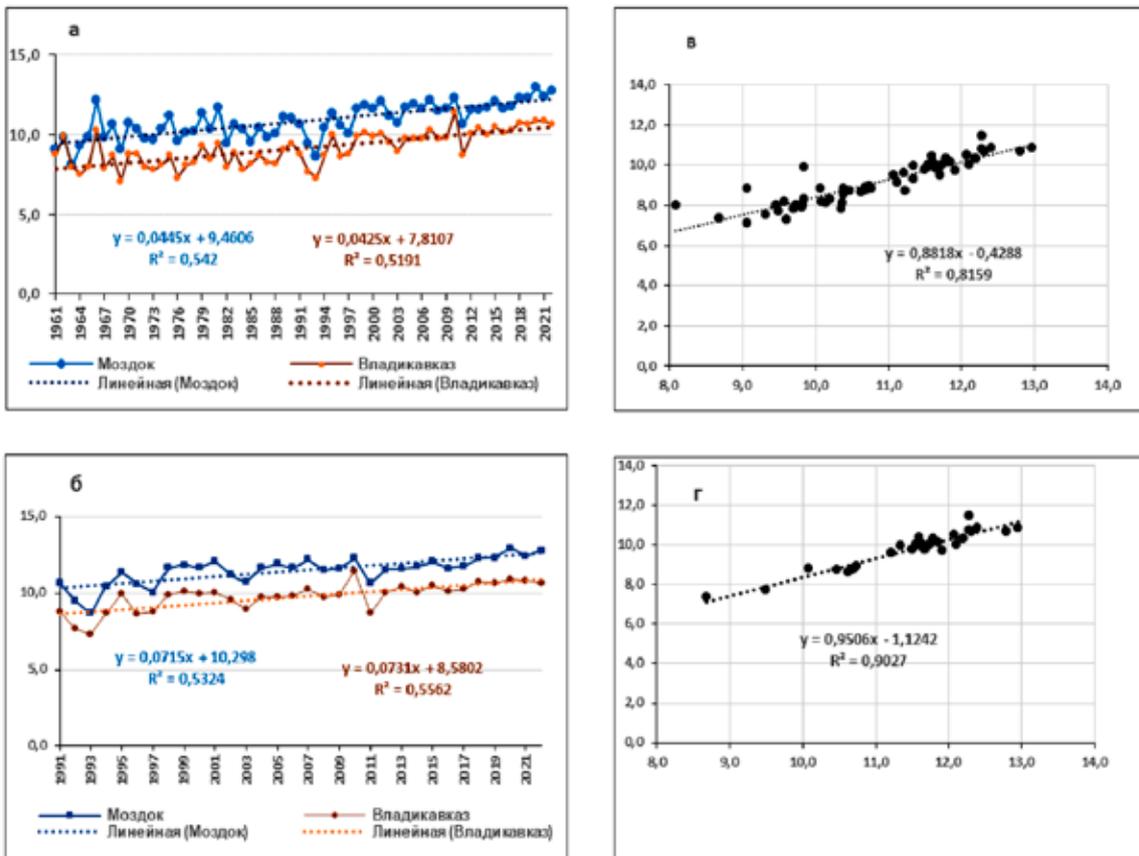


Рис. 2. Параметры трендов и корреляция рядов температур на м/с «Моздок» и «Владикавказ» 1961–2022, 1991–2022 гг.: а) температуры по м/с 1961–2022 гг.; б) температуры по м/с 1991–2022 гг. в) корреляция температурных рядов 1961–2022 гг.; г) корреляция температурных рядов 1991–2022 гг.

Таблица 2

Средние и абсолютные максимумы температур на м/с «Моздок» и «Владикавказ» по периодам ВМО

Метеостанция	Периоды ВМО			Число случаев с максимумами температур выше среднего по периодам ВМО (в скобках – %)		
	1971–2000	1981–2010	1991–2020	1971–2000	1981–2010	1991–2020
	Средние максимумы			По средним максимумам		
Моздок	15,4	16,1	17,0	14 (46)	16 (53)	19 (63)
Владикавказ	14,1	14,7	15,3	13 (43)	16 (53)	16 (53)
	Средние абсолютные максимумы			По абсолютным максимумам		
Моздок	33,0	38,1	38,3	27 (90)	17 (56)	18 (60)
Владикавказ	28,5	33,3	34,2	28 (93)	14 (46)	14 (46)

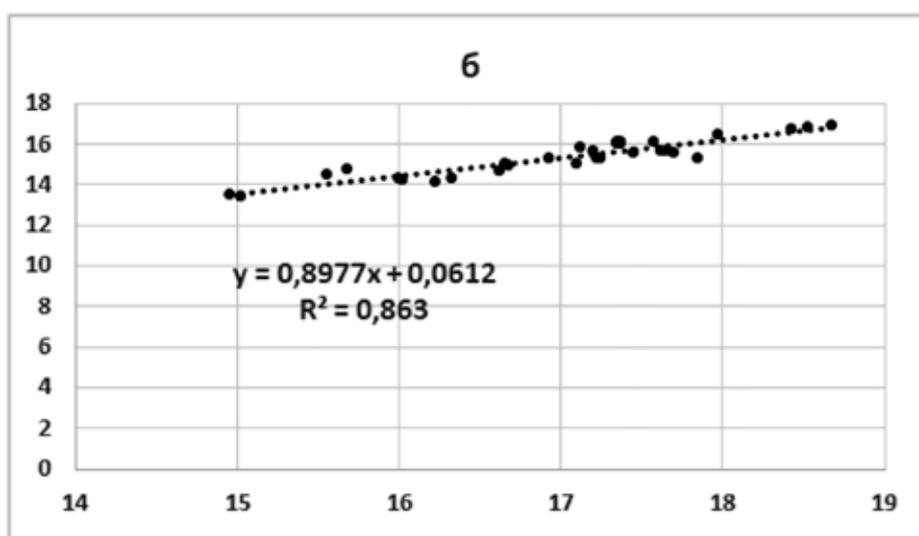
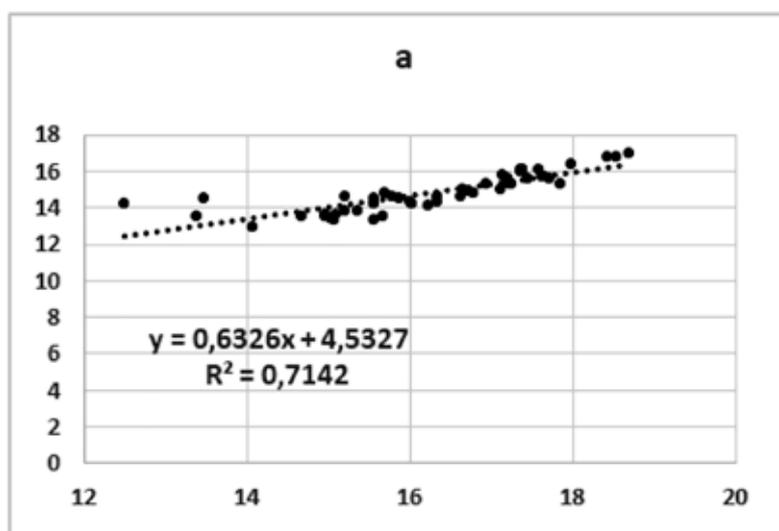


Рис. 3. Корреляция средних максимумов температур на м/с «Моздок» и «Владикавказ»: а) за период 1971–2022 гг.; б) за период 1991–2022 гг.

Уравнения регрессии на графиках имеют весьма высокие значения. Коэффициент Пирсона для этих периодов вплотную приближается к 1. Небольшая разница отмечается для R-квадрата: 0,8 и 0,9. На точечных корреляционных диаграммах (рис. 2в, 2г) хорошо видно их распределение вдоль линии тренда.

Таблица 2 демонстрирует сходную динамику изменений средних максимумов и довольно близкую к этому абсолютных максимумов для оцениваемых м/с.

Средние максимумы, зафиксированные на м/с, плавно возрастали по оцениваемым периодам ВМО. Меньшее сходство динамики имеют абсолютные максимумы. Статистика числа случаев также отражает близкую динамику процессов. Динамика абсолютных максимумов с учетом высотного положения по м/с «Владикавказ» выражена не так явно, но, тем не менее, вписывается в общую тенденцию.

Согласно таблице 2 построены корреляционные диаграммы динамики средних максимумов (рис. 3) для характеризуемых м/с по временным интервалам 1971–2022, 1991–2022 гг. [8]. Средние максимумы взяты как более репрезентативный параметр температур.

Из графиков (рис. 3) следует, что разброс максимумов в значительной степени тяготеет к линейному распределению. Коэффициент вариации рядов средних максимумов, выровненных методом взвешенной скользящей средней с трехлетним интервалом, не превышал 9%. Линейное распределение выражено несколько меньше за период 1971–2022 гг. (график а) и достаточно явно за период 1991–2022 гг. (график б). Значения R-квадрат на этих графиках имеют несколько разные значения: достаточно высокий 3а и высокий 3б.

Рассмотренные характеристики временных интервалов осреднения подразумевали сравнимость со стандартным периодом ВМО 1961–1990 гг. Данный период отличался высокой стабильностью рядов при оценке первичных данных температурных показателей наравне с другими периодами. При использовании сглаживания рядов методом взвешенной скользящей средней по трехлетним интервалам период 1961–1990 гг. на м/с «Моздок» и «Владикавказ» оказался самым стабильным, что отражено в таблице 1. Тренды за этот период были самыми низкими: 0,2–0,3°C/10 лет по сравнению с остальными. При этом остальные параметры скользящих временных рядов значения

показателей принципиально не изменили: коэффициенты корреляции, значения трендов, R-квадрат были максимально высокими.

Данные факты указывают на высокий уровень коррелированности рядов температур оцениваемых м/с, несмотря на их расположение в различных зональных типах (подтипах) природных комплексов. При этом следует отметить, что зональные типы и подтипы природных комплексов контролируются гипсометрическими и геолого-геоморфологическими условиями в пределах сформировавшихся классов и подклассов ландшафтов.

Подавляющая часть территории низменно-равнинных сухостепных ландшафтов РСО – Алания (м/с «Моздок») подстилается различными подтипами каштановых почв, меньшая часть – черноземами типичными южными. Взаимообусловленность ландшафтообразующих факторов и агроклиматических ресурсов (дефицит увлажнения, рост температур вегетационного периода, непромывной режим увлажнения почв) определяет здесь формирование полевых агроландшафтов, занятых посевами зерновых колосовых (озимые пшеница и ячмень), масличных (озимый рапс) – всего 90% площадей из 66 тыс. га по состоянию на 2023 г. [9–11].

В зоне действия м/с «Владикавказ» основной подтип ландшафтов – возвышенно-равнинные лесостепные полувлажные и влажные, подстилаемые разновидностями в различной степени выщелоченных черноземов. С учетом гидротермических условий и характера подстилающих рыхлых четвертичных отложений (промывной режим увлажнения почв) подавляющая часть агроландшафтов представлена посевами кукурузы на зерно (85%).

В работах [12, 13] на фоне синхронного роста среднегодовых температур установлен устойчивый на сегодня тренд прироста сумм положительных температур вегетационного периода по различным пределам. По м/с «Моздок» суммы температур выше 0°C и 5°C впервые за весь цикл наблюдений заметно превзошли порог 4000°C, а по м/с «Владикавказ» – превысили уровень 3600°C. Указанные факты говорят о расширении потенциала спектра сортов и гибридов возделываемых культур в РСО – Алания (хозяйственно-ценные признаки для данной зоны возделывания), особенно зерновых, зернобобовых и масличных для сухостепных агроландшафтов, и кукурузы – для предгорной лесостепной зоны.

Таблица 3

Изменение агроклиматических коэффициентов по периодам ВМО
в зональных типах и подтипах ландшафтов на м/с «Моздок» и «Владикавказ»

м/с	ВМО 1961–1990			ВМО 1991–2020		
	НИА	ГТК	КУ	НИА	ГТК	КУ
«Моздок»	0,49	0,9	0,71	0,52	0,7	0,69
«Владикавказ»	-0,1/+0,1	2,4	1,39	-0,1/+0,1	2,2	1,36

Примечание: рассчитано автором по данным [6]; НИА – нормализованный индекс аридности Б.В. Виноградова – В.С. Мезенцева; ГТК – гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова; КУ – коэффициент увлажнения Г.Н. Высоцкого – Н.Н. Иванова.

Вместе с тем, прирост тепловых ресурсов сопровождается нарастанием засушливости агроклиматических параметров, что видно из данных таблицы 3.

Из таблицы 3 следует, что агроклиматические коэффициенты показывают нарастание засушливости по обеим м/с. Нормализованный индекс аридности (НИА) увеличился по м/с «Моздок» с 0,49 до 0,52, а по м/с «Владикавказ» колеблется в пределах нулевого значения. ГТК снизился по м/с «Моздок» с 0,9 до 0,7, по м/с «Владикавказ» – с 2,4 до 2,2, КУ – с 0,71 до 0,69 по м/с «Моздок», с 1,39 до 1,36 по м/с «Владикавказ». Указанные индексы, в особенности ГТК и НИА – одни из основных агроклиматических параметров при оценке рисков для сельского хозяйства и проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Российской Федерации, согласно работе [14].

Таким образом, установлены признаки синхронности температурной динамики как одного из ключевых факторов генезиса агроклиматических ресурсов. Параметры регрессии по этим периодам отличались стабильными показателями на 95%-ном уровне надежности.

Заключение

Современная научная проблема трансформации климата является междисциплинарной и может решаться в первую очередь на стыке наук о природе и обществе. Для метеорологии и климатологии данная проблематика тесно связана с вопросами адаптации растениеводческой отрасли экономики к современным климатическим изменениям.

Сравнительный анализ температурной динамики на м/с «Моздок» и «Владикавказ», расположенных в разных зональных типах ландшафтов и на разных абсолютных высотах Центрального Предкавказья и Цен-

трального Кавказа, показал высокую степень синхронности колебаний климатического параметра температур. Это подтверждается регрессионным анализом по всем периодам осреднения ВМО, а также за весь период наблюдений 1961–2022 гг. при сравнении с основным интервалом осреднения стандартного периода ВМО 1961–1990 гг. Колебания температур по указанным периодам демонстрируют высокие значения коэффициента корреляции временных рядов и динамику выявленных трендов с положительным ростом величин.

Полученные результаты позволяют говорить о наличии признаков синхронности температурной динамики между зональными типами и подтипами ландшафтов (аглоландшафтов) на указанных м/с. Особенно явно признаки синхронности проявились за период 1991–2022 гг. Данный факт является основой для вывода о том, что выявленная тенденция будет сохраняться.

Смена циркуляционных эпох, по Б.Л. Дзержевскому, на Юге России, действующая в пределах Северного Кавказа, не изменяла коренным образом синхронность температурных колебаний на м/с «Моздок» и «Владикавказ» за все рассматриваемые периоды.

С учетом итогов исследования в зонах сухостепных и предгорных лесостепных подтипов природных комплексов Центрального Предкавказья и Центрального Кавказа, где весьма высока синхронность процессов температурной динамики, наиболее перспективны для широтно-долготного анализа следующие пары м/с (в скобках – абсолютные высоты): «Черкесск» (525 м) – «Невинномысск» (343 м) – («Ставрополь» (462 м), «Кисловодск» (943 м) – «Минеральные воды» (313 м) – «Буденновск» (136 м), «Нальчик» (445 м) – «Прохладный» (200 м), имеющих сходную с парой м/с «Владикавказ» – «Моздок» ландшафтно-географическую конфигурацию расположения.

Полученные результаты дают основу для использования прогнозных агроклиматических моделей в стратегиях развития растениеводческой отрасли экономики Северного Кавказа при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия в условиях нарастания риска частоты засух.

Список литературы

1. Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А. Характеристики весенне-летних засух в сухие и влажные периоды на Юге Европейской России // *Аридные экосистемы*. 2020. Т. 26, № 4(85). С. 76-83. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10121.
2. Ataev Z.V., Bratkov V.V. Geography and Regional Features of Spatial Differentiation and Settlement Development of Landscapes of the Northern Caucasus // *European Researcher*. 2013. Vol. (62). № 11-1. P. 2650-2662. DOI: 1013187/issn.2219-8229.
3. Карта Северного Кавказа (фрагмент). [Электронный ресурс]. URL: <https://bestmaps.ru/map/osm/оренторомар/8/43.882/44.467> (дата обращения: 24.04.2024).
4. Гидрометцентр России. Фактические данные. Климатические нормы [Электронный ресурс]. URL: <https://meteoinfo.ru/climatecities> (дата обращения: 27.04.2024).
5. Кононова Н.К. Повторяемость элементарных циркуляционных механизмов в атмосфере Северного полушария // *Известия РАН. Серия географическая*. 2018. № 6. С. 17-25. DOI: 10.1134/S2587556618060080.
6. Научно-прикладной справочник «Климат России». Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации. [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (дата обращения: 09.04.2024).
7. Справочно-информационный портал «Pogodaiklimat» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 28.04.2024).
8. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals. 2017 edition. CH-1211 Geneva 2, Switzerland. [Электронный ресурс]. URL: <https://library.wmo.int/idurl/4/42884> (дата обращения: 21.04.2024).
9. Национальный Атлас России. Т.2. Агроклиматическое районирование. [Электронный ресурс]. URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/> (дата обращения: 28.04.2024).
10. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Республика Северная Осетия – Алания. ID 15. [Электронный ресурс]: <https://egrpr.esoil.ru/content/adm/adm15.html> (дата обращения: 28.04.2024).
11. Севкавросстат. [Электронный ресурс]. URL: <https://26.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/> (дата обращения: 28.04.2024).
12. Айларов А.Е., Тебиева Д.И., Борадзева М.С., Мирошниченко Н.А. Динамика тепловых ресурсов в агроландшафтах сухостепной зоны Центрального Предкавказья на территории РСО – Алания за постбазовый период Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) 1991–2014 гг. // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 3. С. 117-120.
13. Айларов А.Е., Борадзева М.С. Прирост термических ресурсов в агроландшафтах предгорной лесостепной зоны Центрального Кавказа за постбазовый период Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) 1991-2014 гг. // *Научная жизнь*. 2016. № 3. С. 68-77.
14. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России / под ред. академиков А.Л. Иванова и В.И. Кирюшина. М.: РАСХН, 2009. 518 с.