

Региональная пространственно-временная изменчивость годовой и сезонной температуры воздуха

В. А. Дмитриева✉

Воронежский государственный университет, Российская Федерация
(394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

Аннотация. Цель статьи – показать региональную динамику годовых и среднесезонных температур воздуха, актуализировать климатическую норму характеристик и представить пространственную изменчивость количественных показателей.

Материалы и методы. Выборка исходной информации представляет ряд из 840 значений среднемесячных температур и 70 значений среднегодовой температуры для каждой из 9 метеостанций Воронежской области. Общий объем выборки составил 8190 значений. Региональная динамика среднегодовой температуры воздуха исследована путем последовательного хронологического сравнения средних за десятилетия значений 1951-2020 годов с графическим представлением расчетов. Для выявления тенденций в среднегодовой температуре воздуха использован линейный тренд. Пространственное распределение годовой и среднесезонных температур выполнено методом географической интерполяции с помощью программного обеспечения MapInfo Pro 15.0 и модуля Vertical Mapper.

Результаты и обсуждение. В многолетней динамике среднегодовой температуры воздуха обнаруживается ускоренный рост с 1988 года по настоящее время. В 1991-2020 годы средняя температура возросла в среднем на 0,5°C/десятилетие. Во внутригодовом сезонном распределении средних температур отмечается повышение во все сезоны года, но с преобладанием зимой и весной. Период 1988-2020 годов характеризуется более высокими значениями температуры, чем 1951-1987 годы с крайними значениями для зимы 3,3 °C (м. Анна) и 1,8 °C (м. Богучар), а для весны – 2,0 °C (м. Анна) и 1,4 °C (м. Калач). Летом и осенью увеличение средних значений сопоставимо между собой и варьирует в диапазоне 1,3 -0,3 °C. Исключение составляет уменьшение средней температуры на 0,2 °C по м. Калач.

Заключение. В региональной динамике среднегодовой и сезонной температуры наблюдается постоянное увеличение. Основной вклад в годовую динамику вносит более интенсивное нагревание приземного слоя атмосферы в зимний и весенний сезоны. Отмечается сглаживание межсезонных различий во внутригодовом распределении температур воздуха. Актуализированная климатическая норма сезонных температур по области принимает значения: весна – 8,0; лето – 20,3; осень – 7,5; зима – минус 5,4 °C. В пространственном распределении среднегодовой и сезонных температур прослеживается географическая закономерность увеличения с севера на юг.

Ключевые слова: Воронежская область, годовая и среднесезонная температура воздуха, внутригодовая изменчивость.

Для цитирования: Дмитриева В. А. Региональная пространственно-временная изменчивость годовой и сезонной температуры воздуха // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 1, с 97-104. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/97-104>

ВВЕДЕНИЕ

Современные глобальные климатические изменения выражаются в постоянном увеличении приповерхностной температуры воздуха, рост которой, предположительно, продолжится и в текущем столетии [3, 10]. При этом возникают разного рода и длительности негативные последствия, сопровождающиеся увеличением повторяемости аномальных явлений погоды, резких перепадов температуры («температурные качели»), образованием волн жары и холода. Они создают сложности для функционирования социально-экономических и природных систем, с целью преодоления которых разрабатываются механизмы на государственном уровне. Исключительная актуальность анализа факторов,

последствий и региональных перспективных сценариев динамики климата сформулирована в «Климатической доктрине Российской Федерации» (2009).

Температурный режим приземного слоя атмосферы формируют радиационные и циркуляционные факторы, ландшафтные и орографические черты и особенности земной поверхности. Велика роль радиационного баланса, определяющего тепловое состояние подстилающей поверхности и нижних слоев воздуха. Термический режим тесно связан с циркуляционными процессами, которые характеризуются переносом воздушных масс атлантического и континентального происхождения на Восточно-Европейскую равнину и их трансформацией под влиянием земной поверх-

© Дмитриева В. А., 2024

✉ Дмитриева Вера Александровна, e-mail: verba47@list.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

ности. Создается подвижная климатическая система, которая меняется при определенных условиях.

Перестройка глобальной климатической системы локализуется на региональных территориях, при этом формируются типичные, особые и аномальные черты режима ее составляющих [8, 9]. Наиболее выражены и на визуальном, и на инструментальном уровнях колебания температуры воздуха, изменение количества и вида атмосферных осадков, продолжительность ледообразования на водных объектах суши, а также фиксируется более активное зарастание русловых потоков, смена видов водной растительности, заселение земной поверхности иными видами флоры и создание новой ландшафтной архитектуры. При этом отмечаются особые черты в водном режиме объектов суши, термике поверхностных вод, развитии водной и околоводной растительности, биоте, экологическом состоянии, которые связывают с колебаниями притоков тепла и влаги. Среди доминирующих факторов нарушения сложившегося равновесия чаще всего фигурирует температура воздуха, ее многолетние и внутригодовые изменения. Современные представления о тенденциях в сезонной температуре воздуха способны более глубоко объяснить многие природные процессы и явления, прямо или косвенно связанные с метеорологическими условиями и климатическими изменениями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Среднемесячная и среднегодовая, максимальная и минимальная температура воздуха за 1951-2020 годы по метеостанциям Воронежской области представляет базовую информацию настоящего исследования. Данный период выбран как не имеющий пропусков в наблюдениях на первичной сети и наиболее полно освещенный измерениями метеорологических величин. Достаточные по длительности ряды позволяют сравнивать значения за отдельные годы, десятилетние и более продолжительные периоды. Источником исходной информации являются наблюдения, которые проводит Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», а также иные доступные интернет-источники [7]. На площади Воронежской области в настоящее время осуществляют мониторинг 10 метеостанций по стандартной унифицированной методике наблюдений, часть из которых совмещает их с аэрологическими и агрометеорологическими наблюдениями. Метеостанции (далее «м.») Воронеж, Нововоронеж, Каменная Степь, Анна, Борисоглебск, Павловск и Богучар расположены на левобережье Дона и в бассейне Хопра, на Окско-Донской низменной равнине. Метеостанции Нижнедевицк и Богучар находятся на правобережье Дона в пределах Среднерусской возвышенности, а м. Калач – на Калачской возвышенности донского левобережья.

Общая 70-летняя продолжительность анализируемых рядов обеспечивает определение средних характе-

ристик с погрешностью $\pm 2,2\%$. Наблюдения на м. Нововоронеж осуществляются с 1991 года, поэтому показания станции используются только для анализа экстремальных значений и сопоставления сведений отдельных лет. Для удобства сравнения и выявления тенденций расчеты выполняются для года и климатических сезонов: весна, лето, осень и зима – за отдельные временные периоды 1951-1987, 1988-2020 годы; за весь анализируемый период 1951-2020 годов. Одновременно рассчитаны актуализированные климатические нормы для сезонов и года за период, рекомендуемый ВМО. Зима рассматривается без календарного разрыва, с декабря прошлого по февраль текущего года. Год 1987 выбран рубежным для разбивки периода на два полупериода в связи с тем, что в последующие после него годы наблюдался устойчивый рост температуры воздуха в Воронежской области [3]. Полупериод 1988-2020 годов почти совпадает с новым, современным периодом климатической нормы (1991-2020 годы), принятым на территории Центрального Черноземья на основании приказа Росгидромета от 18.02.2022 №64 «О внедрении актуализированных климатических норм в оперативно-производственную практику подведомственных учреждениям Росгидромета».

Расчеты и анализ статистических характеристик температуры воздуха выполнены с помощью широко применяемых математико-статистических методов, линейной тенденции, географической интерполяции, сравнительного анализа, графический, а также используются программные продукты MS Excel, Statistica, MapInfo Pro 15.0 и модуля Vertical Mapper.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Температура воздуха – важнейший показатель состояния приземной атмосферы и одновременно мощный драйвер физико-географических процессов на земной поверхности. С ее колебаниями прямо или косвенно связаны многие природные процессы, как, например, ландшафтные, биологические, почвенные, гидрологические и многие другие. Реакция последних может быть мгновенной или отдаленной в зависимости от степени взаимосвязанности и инерционности процесса. Очевидно, видимые трансформации компонентов живой и неживой природы можно априори рассматривать как следствие климатических вариаций.

Метеорологическая служба Воронежской области фиксирует постоянный и неуклонный рост приземной температуры воздуха, подтверждающий согласованный для всей России процесс [10]. Наиболее теплыми временными отрезками в годовой температуре воздуха были десятилетия текущего столетия. В качестве примера ниже приведен график многолетних колебаний среднегодовой температуры воздуха по м. Борисоглебск, расположенной в лесостепном ландшафте, на востоке региона (рис. 1).

Как следует из многолетнего хода средней температуры воздуха за календарные годы, ее величина постоянно, но неравномерно нарастала. Если в прошлом столетии увеличение средних значений за десятилетия сопоставимо по величине и составляло 0,3-0,2 °C при

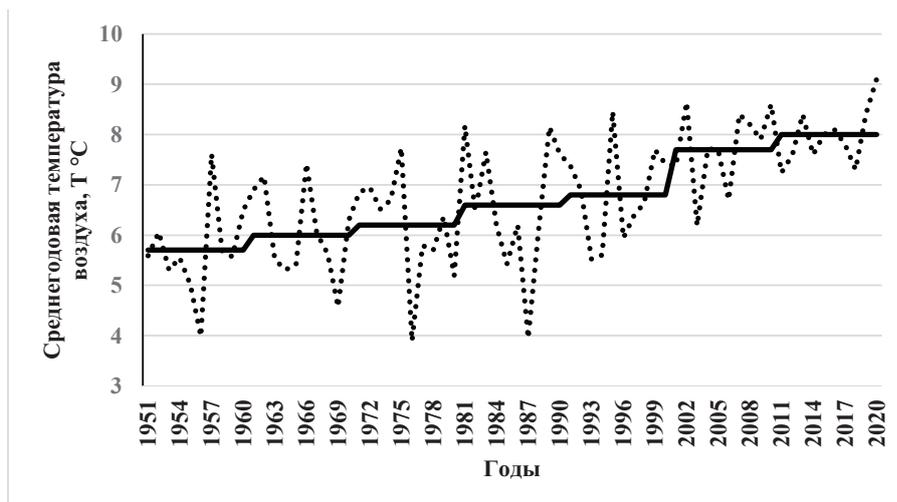


Рис. 1. Среднегодовая и средняя по десятилетиям температура воздуха по данным м. Борисоглебск [Fig. 1. Average annual and average over decades air temperature according to Borisoglebsk weather station]

средних значениях за последовательные десятилетия 5,7; 6,0; 6,2; 6,6; 6,8 °С, то на рубеже веков отмечается резкое увеличение на 0,9 °С.

Но наибольший скачок в среднегодовой температуре произошел между 1987 и 1988 годами, разница значений составила 4,2 °С, а фактические средние значения в указанные годы равнялись 4,0 и 8,2 °С соответственно. После 1988 года среднегодовая характеристика нарастала, но на фоне общего роста отмечались годы с понижениями значений, например, 1993, 1996, 2003 годы и др. Во втором десятилетии текущего столетия рост температуры замедлился и составил 0,3 °С. В целом за два десятилетия данная характеристика текущего климата увеличилась на 1,2 °С, а 2001-2020 годы оказались самыми теплыми за период наблюдений в территориальном пространстве Воронежской области. Аналогичный ход лишь с небольшими индивидуальными отклонениями среднегодовой температуры по десятилетиям наблюдается и по другим метеостанциям, отражающим температурный режим области.

Значительно рельефнее временная изменчивость в рядах средних значений прослеживается при сравнении их за большие, чем десятилетия, периоды осреднения, в данном исследовании за 1951-1987 и 1988-2020 годы. Некоторая разница в продолжительности выбранного числа лет компенсируется генетической однородностью изменений выбранных групп лет. Сопоставление средних значений температур за указанные временные отрезки показывает рост весной и зимой существеннее, чем летом и осенью. Весеннее увеличение температуры на левобережье Дона и бассейне Хопра превосходит значения на правобережных метеостанциях. Разница ΔT °С на метеостанциях Нижнедевицк и Богучар равна 1,4 °С, а на метеостанциях Воронеж, Анна, Борисоглебск, Каменная Степь, Лиски, Калач, Павловск варьирует в диапазоне 2,0 – 1,3 °С. Крайние значения 2,0 – 1,3 °С относятся к метеопказаниям станций Анна и Борисоглебск, Лиски соответственно. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Среднесезонная температура T, °С по временным периодам [Table 1. Average seasonal temperature T, °C by time periods]

Метеостанция / Weather station	Средняя величина за периоды и изменение / Average value for periods and change	Сезон / Season			
		весна / Spring	лето / Summer	осень / Autumn	зима / Winter
Нижнедевицк	1951-1987	6,2	18,7	5,9	-7,6
	1988-2020	7,6	19,6	6,8	-5,4
	ΔT , °С	1,4	0,9	0,9	2,2
Воронеж	1951-1987	6,2	18,9	6,0	-7,8
	1988-2020	7,9	19,9	7,1	-5,2
	ΔT , °С	1,7	1,0	1,1	2,6
Анна	1951-1987	5,9	19,0	5,8	-8,0
	1988-2020	7,9	20,3	7,0	-5,7
	ΔT , °С	2,0	1,3	1,2	3,3
Борисоглебск	1951-1987	6,6	19,9	6,0	-8,4
	1988-2020	7,9	20,2	7,1	-5,8
	ΔT , °С	1,3	0,3	1,1	2,6

Каменная Степь	1951-1987	6,1	19,3	6,0	-8,1
	1988-2020	7,8	20,1	7,1	-5,9
	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	1,7	0,8	1,1	2,2
Лиски	1951-1987	7,0	19,9	6,7	-7,0
	1988-2020	8,5	20,7	7,1	-4,6
	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	1,5	0,8	0,4	2,4
Павловск	1951-1987	6,9	19,8	6,6	-7,1
	1988-2020	8,4	20,5	7,6	-5,0
	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	1,5	0,7	1,0	2,1
Калач	1951-1987	6,8	20,0	7,6	-7,4
	1988-2020	8,1	20,5	7,4	-5,3
	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	1,3	0,5	-0,2	2,1
Богучар	1951-1987	7,6	20,6	7,3	-6,3
	1988-2020	9,0	21,4	8,1	-4,5
	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	1,4	0,8	0,8	1,8

Временная изменчивость температуры зимнего сезона более вариативна, чем в другие сезоны года и превосходит современный рост в весенний сезон. Приращение температуры зимы меняется от максимального значения $3,3\text{ }^\circ\text{C}$ (м. Анна) и до минимального $1,8\text{ }^\circ\text{C}$ (м. Богучар). Таким образом, в северной и центральной части области повышение температуры воздуха происходит интенсивнее, чем на остальной территории области (см. табл. 1).

Диапазон изменений летних и осенних температур на большей части области сопоставим по величине и по знаку. Исключение составляет временная изменчивость в пункте наблюдений Калач, которая сопровождается не ростом, а снижением температуры в осенний сезон на $0,2\text{ }^\circ\text{C}$. По всем остальным станциям возрастание средней температуры летом в 1988-2020 гг. составляет максимально на $1,3\text{ }^\circ\text{C}$ (м. Анна) и минимально на $0,3\text{ }^\circ\text{C}$ (м. Борисоглебск), а в осень этого же периода – $1,2\text{ }^\circ\text{C}$ (м. Анна) и $0,4\text{ }^\circ\text{C}$ (м. Лиски) соответственно (см. табл. 1). Данный результат отличается от опубликованных ранее исследований для г. Воронеж, в которых утверждалось, что в холод-

ный период температура повышалась, а в теплый период, напротив, понижалась [1]. Очевидно, данный вывод был справедлив для второй половины прошлого столетия. Возможно, что текущая несогласованность в направленности тенденций связана с изменением циркуляции воздушных масс, поступлением более разогретого, чем ранее, воздуха на территорию области, более длительной продолжительностью блокирующих антициклонов [4].

Исходя из сезонных изменений температуры воздуха с привязкой к метеорологическим пунктам наблюдений, следует отметить, что локальным пятном количественных отклонений во все сезоны года выступает м. Анна. Важно указать, что в прошлом столетии в холодное полугодие года именно данной станцией фиксировалась температура существенно ниже, чем на окружающих станциях, а февраль чаще оказывался самым холодным месяцем в году [2]. Объяснялось это тем, что в восточную часть области чаще проникали воздушные массы из внутренних районов страны. В условиях плоской Окско-Донской низменной равнины зимой они застаивались и постепенно выхолаживались, что приводило к заметному понижению

Таблица 2

Актуализированная климатическая норма для года и сезонов, $T\text{ }^\circ\text{C}$ [Table 2. The updated climatic norm for the year and seasons, $T\text{ }^\circ\text{C}$]

Метеостанция / Weather station	Год / Year	Сезоны года / Seasons of the year			
		весна / Spring	лето / Summer	осень / Autumn	зима / Winter
Нижнедевицк	7,2	7,6	19,7	6,9	-5,6
Воронеж	7,2	7,0	20,0	7,2	-5,3
Анна	7,4	7,9	20,4	7,1	-5,9
Борисоглебск	7,5	7,5	20,7	7,9	-5,8
Каменная Степь	7,3	7,8	20,2	7,3	-6,0
Лиски	8,0	8,4	20,8	7,5	-4,7
Павловск	7,9	8,4	20,6	7,7	-5,1
Калач	7,7	8,2	20,3	7,5	-5,3
Богучар	8,5	8,9	21,5	8,2	-4,6
Воронежская область	7,6	8,0	20,3	7,5	-5,4

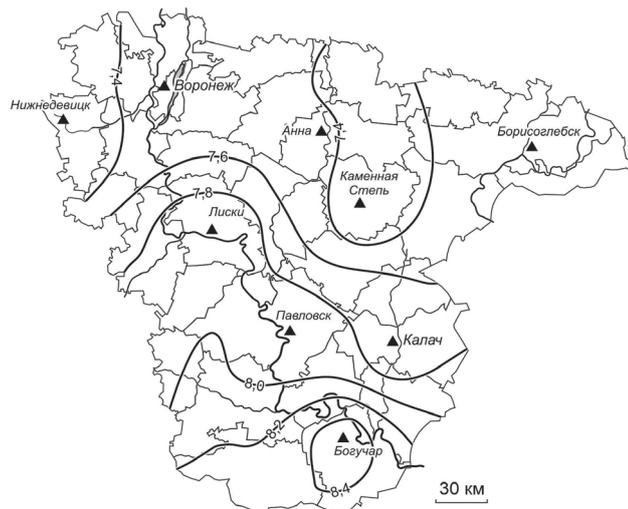


Рис. 2. Пространственное распределение актуализированной климатической нормы годовой температуры воздуха, T °C
 [Fig. 2. Spatial distribution of the updated climatic norm of annual air temperature, T °C]

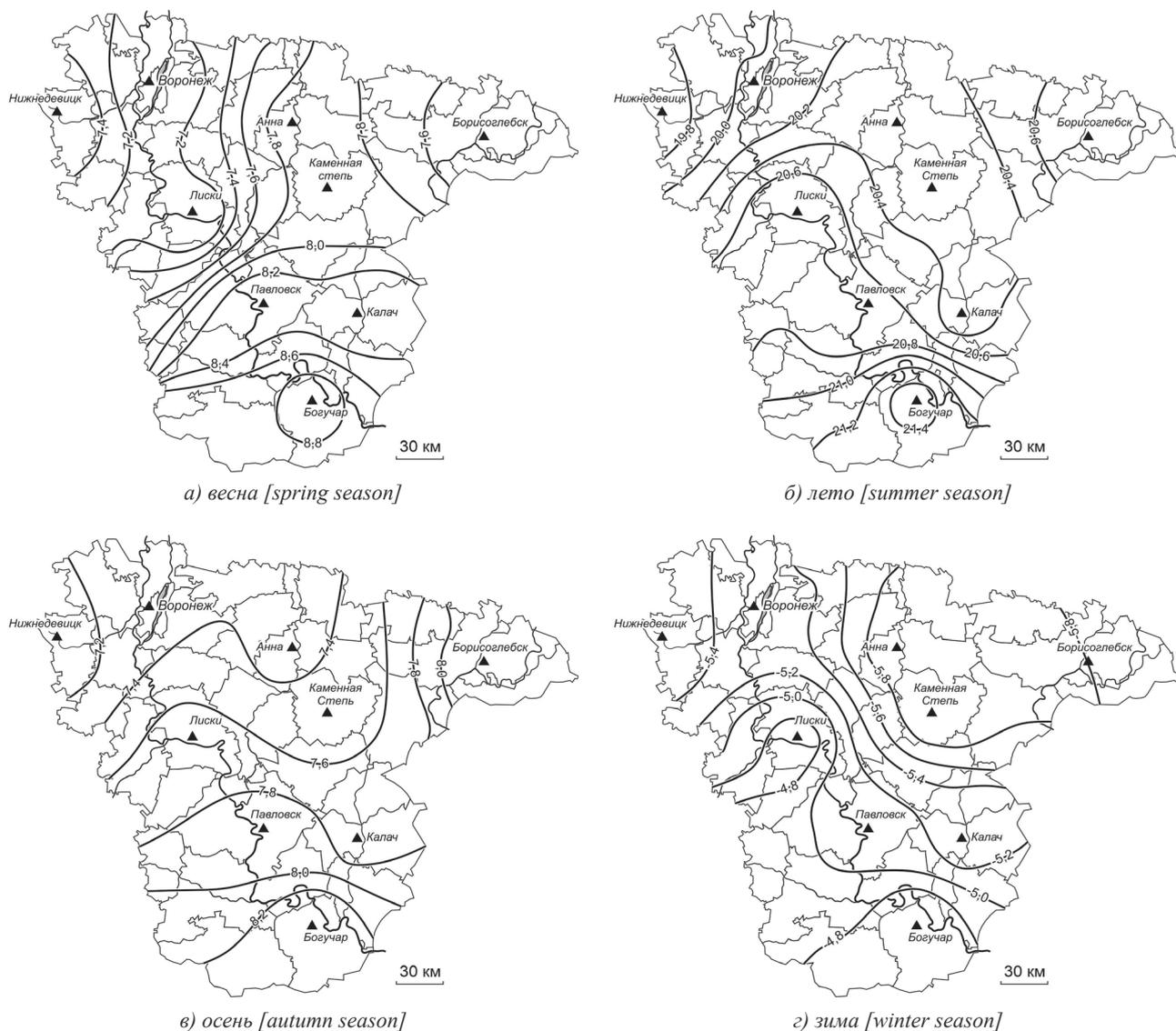


Рис. 3. Пространственное распределение актуализированной климатической нормы температуры воздуха, T °C по сезонам года
 [Fig. 3. Spatial distribution of the updated climatic norm of air temperature, T °C by seasons of the year]

температуры воздуха [6]. В текущем столетии характер атмосферной циркуляции не претерпевает существенных изменений. Но рост температуры воздуха происходит на фоне увеличения продолжительности волн тепла и при этом сглаживаются различия в экстремальных суточных значениях температуры [5]. Одновременно с этим сокращаются внутригодовые контрасты средней сезонной температуры благодаря ускоренному ее росту весной и зимой по сравнению с ростом летней и осенней (см. табл. 1). Распределение по сезонам года становится более равномерным, сглаживаются различия и формируется менее континентальный местный климат.

Сведения о среднегодовом и среднемесячных значениях температуры воздуха за 1991-2020 годы положены в основу расчета актуализированных климатических норм для года и сезонов года (табл. 2).

Актуализированная климатическая норма по метеостанциям Воронежской области послужила основанием для анализа территориальной изменчивости. В пространственном распределении актуализированной климатической нормы годовой температуры воздуха существенных отклонений от ранее выявленных географических закономерностей [11] не обнаружено (рис. 2).

Распределение изотерм соответствует, в основном, широтному простиранию, нарушаемому на северо-западе области и северной и северо-восточной части области. Наличие данных по девяти действующим метеостанциям ограничивает более подробную детализацию пространственного распределения картографируемой характеристики, но дает общее представление об изменчивости годовой, а также сезонной температуры воздуха на территории области (рис. 3).

Распределение изотерм сезонной температуры воздуха, представленной нормой за современный климатический период, существенных различий не обнаруживает.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Региональная динамика температуры воздуха характеризуется постоянным повышением. Основной вклад в изменения вносит более интенсивное нагревание атмосферы в зимний и весенний сезоны на фоне более умеренного роста в летний и осенний сезоны. Температурный скачок наблюдается после 1987 года. За период климатической нормы приращение годовой температуры составило 0,05 °С/год. В пространственном распределении наибольшее потепление присуще северной и центральной частям области при умеренном росте на остальной территории. В целом распределение годовых и сезонных температур становится менее контрастным как по площади, так и внутри года. Отсюда следует вывод о том, что климат Воронежской области смягчается, а континентальность его убывает.

Актуализированная климатическая норма годовой температуры воздуха Воронежской области оценива-

ется средней величиной 7,6 °С, а сезонов: весна – 8,0; лето – 20,3; осень – 7,5; зима – минус 5,4 °С. В целом, временная динамика параметров положительная. В пространственном распределении среднегодовой и сезонных температур прослеживается географическая закономерность увеличения значений с севера на юг с амплитудой 1,3 °С.

Наращение температур в годовом и сезонных разрезах более интенсивно происходит в северной части, нежели в центральной и южной частях Воронежской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Л. М. Многолетние изменения температуры города Воронежа во второй половине 20-го века // *Вестник Воронежского университета. Серия: География. Геоэкология*, 2009, № 2, с. 137-141.
2. Дмитриева В. А. Термический режим г. Воронежа на фоне глобального потепления // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2001, № 1, с. 129-135.
3. Дмитриева В. А., Сушков А. И. Термический режим Воронежской области в условиях меняющегося климата // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2023, № 2, с. 56-63.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. Москва: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ), 2021. 104 с.
5. *Жара в Центральном Черноземье: последствия, причины, прогнозы* / под ред. В. И. Федотова. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 2012. 222 с.
6. *Климатические ресурсы Центрально-Черноземных, Брянской и Орловской областей*. Ленинград: Гидрометеоздат, 1978. 15 с.
7. Научно-прикладной справочник «Климат России» (meteo.ru) 2000-2011-2022. ВНИИГМИ-МЦД / В. М. Веселов, И. Р. Прибыльская, О. А. Мирзеабасов. – URL: <http://aisori-meteo.ru/climsprn/faces/index0a.xhtml> (дата обращения: 29.04.2023). – Текст: электронный.
8. Переведенцев Ю. П. Современные изменения климата и их последствия // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География и геоэкология*, 2019, № 2, с. 98-102.
9. Современное глобальное потепление климата и его проявление на территории России / Переведенцев Ю. П. и др. // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Климатические изменения и сезонная динамика ландшафтов»*, 2021, с. 75-82.
10. *Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме*. Санкт-Петербург: Научно-технологические технологии, 2022. 124 с.
11. Эколого-географический Атлас-книга Воронежской области / под ред. проф. В. И. Федотова. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2013. 514 с.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи

Поступила в редакцию: 23.05.2023

Принята к публикации: 01.03.2024

Regional Spatial and Temporal Variability of Annual and Seasonal Air Temperature

V.A. Dmitrieva ✉

Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394018)

Abstract. The purpose of the article is to show the regional dynamics of annual and average seasonal air temperatures, to update the climatic norm of characteristics and to present the spatial variability of quantitative indicators.

Materials and methods. The initial data sample represents a series of 840 values of average monthly temperatures and 70 values of average annual temperature for each of the 9 meteorological stations in the Voronezh Region. The total sample volume was 8,190 values. The regional dynamics of average annual air temperature was investigated by means of a sequential chronological comparison of average values for the decades 1951-2020 with graphical presentation of calculations. A linear trend was used to identify trends in average annual air temperature. The spatial distribution of annual and average seasonal temperatures was performed by geographic interpolation using MapInfo Pro 15.0 software and Vertical Mapper module.

Results and discussion. The multiyear dynamics of the average annual air temperature shows an accelerated increase from 1988 to the present. In 1991-2020, the average temperature increased on average by 0.5 °C/decade. The intra-annual seasonal distribution of average temperatures shows an increase in all seasons of the year, but with predominance in winter and spring. The period 1988-2020 is characterised by higher temperature values than 1951-1987 with extreme values for winter of 3.3 °C (m. Anna) and 1.8 °C (Boguchar weather station), and for spring of 2.0 °C (Anna weather station) and 1.4 °C (Kalach weather station). In summer and autumn, the increase in average values is comparable to each other and varies in the range of 1.3 - 0.3 °C. The exception is a 0.2 °C decrease in average temperature for Kalach weather station.

Conclusion. In the regional dynamics of average annual and seasonal temperature, a constant increase is observed. The main contribution to the annual dynamics is made by more intensive heating of the surface layer of the atmosphere in the winter and spring seasons. Smoothing of interseasonal differences in the intra-annual distribution of air temperatures is noted. The updated climatic norm of seasonal temperatures in the Voronezh region takes the following values: spring – 8.0; summer – 20.3; autumn – 7.5; winter – minus 5.4 °C. In the spatial distribution of average annual and seasonal temperatures there is a geographical pattern of increase from north to south.

Key words: Voronezh region, annual and average seasonal air temperature, intra-annual variability.

For citation: Dmitrieva V.A. Regional Spatial and Temporal Variability of Annual and Seasonal Air Temperature. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geoecologia*, 2024, no. 1, pp. 97-104 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/97-104>

REFERENCES

1. Akimov L.M. Mnogoletnie izmeneniya temperatury goroda Voronezha vo vtoroj polovine 20-go veka [Long-term temperature changes in the city of Voronezh in the second half of the 20th century]. *Vestnik Voronezhskogo universiteta. Seria: Geografija. Geoecologia*, 2009, no. 2, pp. 137-141. (In Russ.)
2. Dmitrieva V.A. Termicheskij rezhim g. Voronezha na fone global'nogo poteplenija [Thermal regime of Voronezh against the backdrop of global warming]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geoecologia*, 2001, no. 1, pp. 129-135. (In Russ.)
3. Dmitrieva V.A., Sushkov A.I. Termicheskij rezhim Voronezhskoj oblasti v uslovijah menjajushhegosja klimata [Thermal regime of the Voronezh region in a changing climate]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geoecologia*, 2023, no. 2, pp. 56-63. (In Russ.)
4. *Doklad ob osobennostjah klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2020 god* [Report on climate features in the Russian Federation for 2020]. Moscow: Federal'naja sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej sredy (ROSGIDROM-ET), 2021. 104 p. (In Russ.)
5. *Zhara v Central'nom Chernozem'e: posledstvija, prichiny, prognozy* [Report on climate features in the Russian Federation for 2020] / pod red. V.I. Fedotova. Voronezh: Central'no-Chernozemnoe knizhnoe izdatel'stvo, 2012. 222 p. (In Russ.)
6. *Klimaticheskie resursy Central'no-Chernozemnyh, Brjanskij i Orlovskoj oblastej* [Climatic resources of the Central Black Earth, Bryansk and Oryol regions]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1978. 15 p. (In Russ.)
7. *Scientific and applied reference book «Climate of Russia» (meteo.ru) 2000-2011-2022. VNIIGMI-MCD / V.M. Veselov, I.R. Pribyl'skaja, O.A. Mirzeabasov.* – URL: <http://aisori-m.meteo.ru/climsprn/faces/index0a.xhtml> (accessed 29.04.2023). – Text: electronic.
8. Perevedencev Ju.P. Sovremennye izmeneniya klimata i ih posledstvija [Modern climate changes and their consequences].

© Dmitrieva V.A., 2024

✉ Vera A. Dmitrieva, e-mail: verba47@list.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia i geojekologia, 2019, no. 2, pp. 98-102. (In Russ.)

9. *Sovremennoe global'noe poteplenie klimata i ego pro-javlenie na territorii Rossii* [Modern global warming and its manifestation in Russia] / Perevedencev Ju. P. i dr. *Materialy Vse-rossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Klimaticheskie izmenenija i sezonnaja dinamika landshaftov»*, 2021, pp. 75-82. (In Russ.)

10. *Tretij ocenochmyj doklad ob izmenenijah klimata i ih posled-stvijah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshhee rezjume* [Third assessment report on climate change and its consequences on the terri-

tory of the Russian Federation. General summary]. Saint Petersburg: Naukoemkie tehnologii, 2022. 124 p. (In Russ.)

11. *Jekologo-geograficheskij Atlas-kniga Voronezhskoj oblasti* [Ecological-geographical Atlas-book of the Voronezh region] / pod red. prof. V.I. Fedotova. Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo gosuniversiteta, 2013. 514 p. (In Russ.)

Conflict of interests: The author declares no information of obvious and potential conflicts related to the publication of this article.

Received: 23.05.2023

Accepted: 01.03.2024

Дмитриева Вера Александровна
доктор географических наук, профессор кафедры природо-пользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-8464-3593, e-mail: verba47@list.ru

Vera A. Dmitrieva
Dr. Sci. (Geogr.), Prof. at the Department of Nature Management, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-8464-3593, e-mail: verba47@list.ru