

2. Писарева, З. Ф. Злокачественные новообразования у населения Сибири и Дальнего Востока / З. Ф. Писарева, И. Н. Одинцова, О. А. Ананина, А. П. Бояркина // Сибирский онкологический журнал. – 2015. – № 1. – С. 68–75.

3. Малхазова, С. М. Влияние глобальных природно-антропогенных процессов на здоровье населения / С. М. Малхазова // География, общество, окружающая среда. Т. 4. Природно-антропогенные процессы и экологический риск. – М. : Городец, 2004. – С. 511–534.

4. Ревич, Б. А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / Б. А. Ревич. – М. : Акрополь, 2007. – 190 с.

5. Оценка влияния промышленного загрязнения атмосферного воздуха микрочастицами на здоровье населения Арктического региона (на примере Мурманской области) : монография / В. В. Дядик, Н. В. Дядик, Е. М. Ключникова [и др.]. – Апатиты : Изд-во ФИЦ «КНЦ РАН», 2022. – 119 с.

УДК 551.583(476)

Ю. А. БРОВКА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: brovka.yuliya@mail.ru

ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ СРЕДНЕСУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЗИМНИЙ И ЛЕТНИЙ СЕЗОНЫ В БЕЛАРУСИ

Для территории Беларуси проведено большое количество исследований многолетних изменений температуры воздуха в годовом, сезонном, месячном масштабе, в т. ч. в период современного потепления климата. Новые результаты представлены в работах [1], [2]. В условиях изменения климата актуальным и недостаточно изученным для Беларуси остается вопрос оценки изменчивости температуры воздуха на протяжении сезона с использованием данных суточного разрешения. Исследования внутри-сезонной изменчивости температуры для территории Европы, России с применением разных методических подходов рассмотрены в [3], [4] и других работах.

В данной работе представлены результаты анализа динамики изменчивости среднесуточной температуры воздуха зимой и летом в Беларуси за 1955–2022 гг., пространственно-временная оценка изменчивости

среднесуточной температуры в зимний и летний сезоны в период потепления климата (1991–2022) по сравнению с более прохладным периодом (1961–1990).

В исследовании использованы данные наблюдений Белгидромета за среднесуточной температурой воздуха на 45 метеостанциях Беларуси. При анализе территориальных различий изменчивости среднесуточной температуры выбраны 23 метеостанции с более длинными рядами данных (с 1955 г.). Рассмотрен один из показателей изменчивости метеорологической величины – среднеквадратическое отклонение (далее – СКО) среднесуточной температуры воздуха в течение конкретного сезона.

Для анализа многолетних колебаний (1955–2022) внутрисезонной изменчивости среднесуточной температуры воздуха в Беларуси использован спектрально-сингулярный анализ (далее – SSA-анализ), позволяющий выявить тренд и периодические компоненты [5]. Также с помощью SSA-анализа из многолетних рядов среднесуточных температур на метеостанциях удалены тренды. Полученные ряды отклонений среднесуточной температуры использовались для вычисления ее СКО на метеостанциях в пределах сезона за 1991–2022 гг. и 1961–1990 гг. Для анализа пространственных различий изменчивости зимней и летней температуры воздуха в эти периоды с помощью ArcGis выполнена интерполяция рассчитанных значений среднеквадратического отклонения.

По результатам SSA-анализа установлено, что зимой в динамике изменчивости среднесуточной температуры воздуха на территории Беларуси проявляется ~8-летняя цикличность (8,25 года), описанная 2 + 3-й компонентами (рисунок 1, а). Ее наличие дает возможность долгосрочного прогноза характера внутрисезонной изменчивости температуры воздуха. Прогноз этого циклического колебания на 2023–2027 гг. свидетельствует об уменьшении изменчивости зимней среднесуточной температуры до 2024 г. и ее последующем росте. Более чем в 90 % лет диапазон варьирования фактических значений СКО среднесуточных температур зимой составляет 3,5–7,0 °С.

Летом отмечается восходящий тренд (1-я компонента) изменчивости среднесуточных температур за весь исследуемый период (рисунок 1, б), причем наибольшее увеличение СКО температуры по тренду характерно для периода потепления (в 1991–2022 гг. на 0,3 °С, тогда как в 1955–1990 гг. на 0,1 °С). Максимальная изменчивость летних температур (3,7–3,9 °С) на территории Беларуси наблюдалась также в этот период. Цикличности в многолетней изменчивости среднесуточных температур летом выявлено не было.

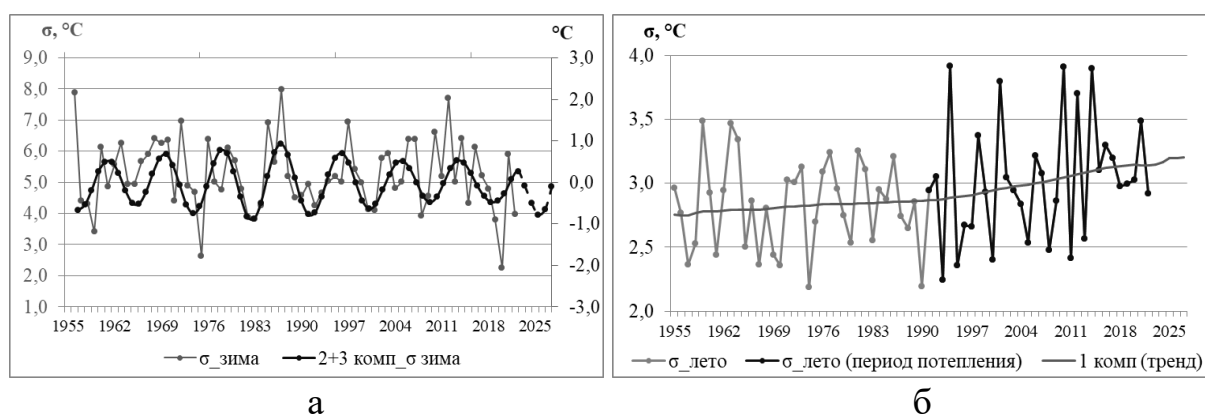


Рисунок 1 – Динамика среднеквадратического отклонения (σ) температуры воздуха зимой (а) и летом (б) с 1955 по 2022 г.; циклическое колебание (8,25 года) изменчивости температуры зимой и тренд изменчивости температуры летом

SSA-анализ многолетних рядов температуры воздуха зимой, как и ее среднеквадратического отклонения, для территории Беларуси показал наличие колебаний с периодом $\sim 8,25$ года (2 + 3-я компоненты) (рисунок 2). В выявленных циклах максимумы зимней температуры воздуха соответствуют минимумам ее среднеквадратического отклонения почти на всем протяжении исследуемого периода, т. е. в более теплые зимы меньше изменчивость среднесуточных температур, и наоборот. Это подтверждается установленной статистически значимой корреляционной связью (уровень значимости 0,01, коэффициент парной корреляции $-0,82$) между циклами температуры воздуха зимой и изменчивости среднесуточных температур в этот сезон.

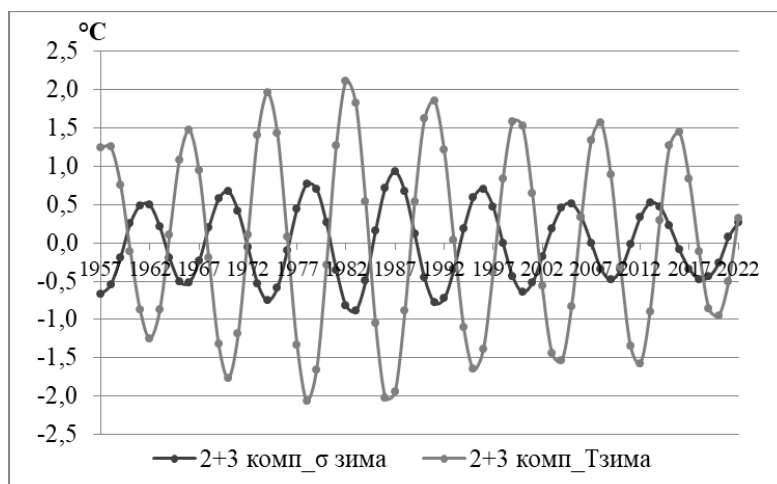


Рисунок 2 – Циклические колебания (8,25 года) температуры воздуха зимой и ее внутрисезонной изменчивости (σ)

Выявлены пространственные особенности распределения значений СКО среднесуточной температуры воздуха зимой и летом в период потепления климата (1991–2022) и более прохладный период (1961–1990). Зимой изменчивость среднесуточных температур увеличивается с юго-запада и запада к северу и северо-востоку Беларуси в оба рассматриваемых периода. В 1991–2022 гг. величина СКО зимних температур составляет 5,25–6,3 °С, тогда как в 1961–1990 гг. она изменяется от 5,7 до 6,75 °С. Таким образом, изменчивость среднесуточной температуры, которая отмечалась в первый подпериод в юго-западной половине страны, в условиях потепления характерна преимущественно для северо-восточной половины.

Летом отмечается территориальная неоднородность распределения значений среднеквадратического отклонения среднесуточной температуры, которое составило 3,06–3,3 °С в 1961–1990 гг. и 3,2–3,55 °С в 1991–2022 гг. В последний период наибольшие значения СКО летних температур наблюдаются в восточной, северо-восточной и центральной частях страны.

В период потепления климата по сравнению с 1961–1990 гг. на всей территории Беларуси выявлено статистически значимое (уровень значимости 0,05) уменьшение изменчивости зимних температур (рисунок 3, а), особенно на востоке и юге страны, и увеличение изменчивости летних температур (рисунок 3, б), более выраженное на северо-востоке и востоке.

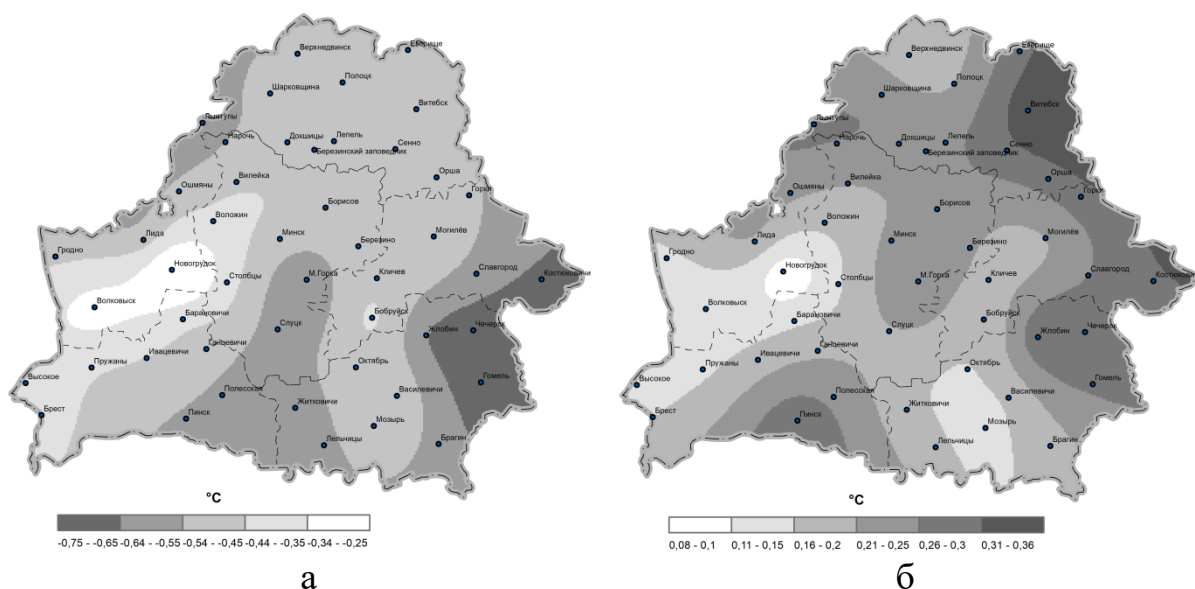


Рисунок 3 – Разность среднеквадратических отклонений среднесуточной температуры воздуха зимой (а) и летом (б) в 1991–2022 гг. по сравнению с 1961–1990 гг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – 2-е изд. – Минск : Энциклопедикс, 2020. – 264 с.
2. Лысенко, С. А. Квазипериодические компоненты температуры воздуха в Беларуси, механизмы формирования и учет в климатических проекциях на основе глобальных численных моделей CMIP6 / С. А. Лысенко, В. Ф. Логинов // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 26–28 окт. 2023 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. А. Лысенко (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – Ч. 1. – С. 3–6.
3. Krauskopf, T. Trends in intraseasonal temperature variability in Europe: Comparison of station data with gridded data and reanalyses / T. Krauskopf, R. Huth // International Journal of Climatology. – 2024. – Vol. 44. – P. 3054–3074. – DOI: 10.1002/joc.8512.
4. Бабина, Е. Д. Изменения интенсивности колебаний суточной температуры воздуха в диапазонах внутримесячной изменчивости на территории России в 1970–2018 гг. / Е. Д. Бабина, В. А. Семенова // Известия РАН. Серия географическая. – 2022. – Т. 86, № 4. – С. 528–546.
5. Голяндина, Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов : учеб. пособие / Н. Э. Голяндина. – СПб. : ВВМ, 2004. – 76 с.

УДК 551.583.1

И. В. БУЯКОВ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: buyakov-ivan@mail.ru

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ И ЕЕ ПРОГНОЗ

Введение. Современные изменения климата выражаются в возрастании среднемесячных и среднегодовых температур воздуха. Так, за период с 2001-го по 2019 г. среднемесячные температуры воздуха в зимние месяцы увеличились более чем на 1 °С [1]. Эти изменения связаны с деятельностью человека, в т. ч. и с изменением продолжительности отопительного периода. В работе [2] было показано, что продолжительность отопительного периода за время современного потепления климата 1989–2022 гг.