

СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Переведенцев Ю.П.¹, Вильфанд Р.М.², Шанталинский К.М.¹, Гурьянов В.В.¹,
Николаев А.А.¹, Исмагилов Н.В.¹, Аухадеев Т.Р.¹

¹ – Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

² – Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, г. Москва, Россия, upereved@kpfu.ru

Аннотация. Рассматриваются изменения ряда климатических показателей в тропо-стратосфере Северного полушария в период 1979-2016 гг. и долгопериодные изменения приземной температуры воздуха Северного полушария и в Казани (XIX-XXI века). Выявлена тенденция роста температуры воздуха в регионе на фоне глобального потепления климата.

Ключевые слова: климат, реанализ, индексы циркуляции, температура воздуха.

Цель доклада обобщить основные результаты исследований за последние годы в области изучения изменений современного климата от поверхности Земли до уровня 0,1 гПа (~64 км) на территории Среднего Поволжья в условиях глобального потепления климата.

Мониторинг современных глобальных изменений климата и изменений климата Приволжского федерального округа (ПФО) выполнен с привлечением данных приземной температуры воздуха (ТВ) по всему Земному шару (1850-2016 гг.) университета Восточной Англии (CRU), для анализа процессов в тропо-стратосфере использовались данные NCEP/NCAR реанализа о температуре воздуха в Северном полушарии (СП) за период 1948-2016 гг., данные реанализа NCEP/DOE – II за период 1979-2016 гг. и данные реанализа ERA-Interim за тот же период. Кроме того, использовались данные 117 метеостанций ПФО (1955-2009 гг.) из фонда ВНИИГМИ-МЦД и результаты многолетних метеорологических наблюдений (1828-2017 гг.) в МО Казанского университета (КУ) и на ряде станций, расположенных на территории Татарстана, а также данные проекта SMIP 5.

Многолетние ряды исходных данных подвергались сглаживанию с использованием фильтра Поттера, что позволило выделить в нем низкочастотные компоненты (НЧК), содержащие колебания с периодом более 10 и 30 лет. Данные реанализов использовались для нахождения средних значений, средних квадратических отклонений (СКО), коэффициентов наклона линейного тренда ТВ (КНЛТ) на 26 изобарических поверхностях в тропо-стратосфере (до уровня 0,1 гПа), корреляционных связей между ТВ и индексами атмосферной циркуляции, автокорреляционных связей в поле температуры по вертикали. Рассматривались зимние стратосферные потепления, а также весенние и осенние перестройки циркуляции в стратосфере.

Анализ результатов комплексного исследования позволил сделать ряд выводов:

1. Изменения приповерхностной температуры воздуха Северного полушария в период 1850 – 2016 гг. испытывают неравномерный ход, определяемый 60 – 70 – летним колебанием естественного происхождения. Тем не менее ярко выражена общая тенденция потепления климата, согласно кривой НЧК, с 1970 года среднегодовая ТВ повысилась на 0,8°C.

2. В период 1828–2017 гг. среднегодовая температура воздуха по данным длиннорядной станции Казань, университет повысилась более чем на 4 °С. При этом изменения ТВ в годовом ходе происходят неравномерно: в период 1928–2017 гг. зимняя температура выросла на 4,7 °С, а летняя на 2,2 °С. Вклад глобальных процессов в из-

менчивость ТВ Казани составил зимой 37 %, а летом 23 %. Согласно расчетам по 7 моделям CMIP 5 в конце 21 века по сценарию RCP 8,5 температура воздуха в Казани может повыситься в январе примерно на 8 °С, а в июле на 4 °С.

3. Отмечается заметная изменчивость характеристик вегетационного периода на территории Татарстана: увеличивается продолжительность теплого периода, при этом растет сумма температур превышающих 0 °С, переход через 0 °С весной начинается раньше (скорость $A = -1,4$ дня/10 лет), а осенью позже ($A = 3,2$ дня/10 лет).

4. Построена эмпирико-статистическая модель распределения температуры, СКО, КНЛТ на 26 изобарических уровнях (до высоты 64 км) для Поволжья на базе данных реанализа ERA-Interim за 1979–2016 гг. Построен вертикальный разрез распределения аномалий температуры воздуха, содержащий данные об их интенсивности, продолжительности жизни и вертикальной протяженности.

5. Выявлены слои в тропо-стратосфере, где корреляционные связи между ТВ и арктической осцилляцией наиболее тесные (приземный слой, слои 300–200 и 7–3 гПа).

6. Выявлено существенное различие между зимой и летом в вертикальном распределении температуры воздуха: так на уровне 12–13 км зимой отмечается наибольшее потепление, а летом, наоборот, заметное похолодание. В стратосфере в слое 35–40 км зимой и в слое 35–45 км летом происходит наибольшее охлаждение воздуха.

7. Выявлен характер вертикальных корреляционных связей в поле температуры: связи между слоями резко ослабевают в районе тропопаузы как зимой, так и летом. В летний период между тропосферой и нижней стратосферой устанавливаются отрицательные связи, свидетельствующие о противофазном характере изменения температуры.

8. В верхней стратосфере и нижней мезосфере по результатам анализа первых разностей НЧК с периодом более 10 лет зимой отмечаются очаги роста или понижения температуры с цикличностью 8–10 лет.

9. На основе корреляционного анализа показано, что стратосферные потепления приводят к повышению температуры в нижней половине стратосферы и к понижению в верхней. Установлены вертикальные корреляционные связи между уровнями тропосферы и стратосферы в зависимости от сезона года. Дана оценка дат весенних и осенних перестроек циркуляции на уровне 10 гПа в период 1979–2017 гг.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 18-05-00721 и 18-45-160006).

MODERN CLIMATIC CHANGES AND THEIR MANIFESTATIONS IN THE VOLGA FEDERAL DISTRICT TERRITORY

Perevedentsev Y.P.¹, Vilfand R.M.², Shantalinsky K.M.¹, Guryanov V.V.¹,
Nikolaev A.A.¹, Ismagilov N.V.¹, Auhadeev T.R.¹

¹ – Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

² – Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation, Moscow, Russia,
ypereved@kpfu.ru

Abstract. Changes in a number of climatic indices in the tropospherostatosphere of the Northern Hemisphere in the period 1979–2016 and long-term changes in the surface temperature of the Northern Hemisphere and in Kazan (XIX–XXI centuries) are considered. The trend of rising air temperature in the region against the background of global warming has been revealed.

Key word: climate, reanalysis, climatic indices, air temperature.