

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Макеева В.В.<sup>1</sup>, Задорожная Т.Н.<sup>1</sup>, Закусилов В.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия, zakusilov04@yandex.ru

**Аннотация.** Исследован тренд в рядах температуры воздуха в секторе 40-60° с. ш., 0-60° в.д. Показаны особенности, как локального тренда температуры, так и интегральных трендов, полученных по сглаженным значениям температуры по широтам и долготам рассматриваемого сектора.

Ключевые слова: тренд, температура воздуха, осредненные значения, тенденция, широта, долгота.

Глобальные и региональные климатические перемены существенным образом влияют на изменение окружающей среды, природные условия функционирования хозяйственного комплекса, на динамику и структуру экономического роста, развитие базовых отраслей и регионов страны. Изменение климата может оказывать негативное влияние на различные аспекты существования человеческого общества и природных систем [1]. Одним из главных параметров климата является температура воздуха, по которой и можно судить об его изменениях.

Для минимизации ущерба от возможных негативных последствий изменения климата при развитии конкретного сценария климатических изменений разрабатываются стратегии по адаптации всесторонней деятельности населения, рекомендации по оптимизации и охране окружающей среды конкретных территорий. В целях выработки практических рекомендаций по принятию верных решений в конкретных географических районах, необходим постоянный мониторинг изменения температуры.

Целью работы явился мониторинг температуры воздуха над европейской территорией за последние десятилетия. Информационной базой исследования служили данные реанализа NCAR/NCEP [2] о температуре в узлах регулярной сетки с шагом 2,5° за центральный зимний месяц – январь. Границы исследуемой территории: по долготам 0–60° в. д., по широтам 40–60° с. ш. Период наблюдений: с 1958 по 2017 годы. Показателем величины и знака тенденции служил угол наклона линейного тренда, который описывает направление и скорость изменения в ходе температуры.

Исследуя многолетний ход температуры воздуха для узла с координатами 60° с. ш. 0° в. д. (крайний северо-запад) выявлено, что в течение рассматриваемого промежутка времени был отмечен положительный линейный тренд, указывающий на то, что в многолетнем ходе температуры наблюдается повышение среднемесячной температуры воздуха. Однако, изменение температуры происходило не монотонно. На фоне повышения наблюдались декадные колебания, которые удалось аппроксимировать полиномом 6-ой степени. Это позволило выявить во временном ряду гармонические колебания с периодом, примерно, 24–25 лет. Особенно четко это проявляется по экстремальным минимумам температуры. Аналогичный результат был получен и обоснован авторами в работе [3].

Таким образом, в общем, температура воздуха с течением времени растет на фоне возрастающей синусоиды. Поэтому ориентироваться только на рост температуры, не совсем правильно, так как, наряду с длительным периодом повышения температуры (с 1963 по 1975 годы), наблюдался длительное время отрицательный тренд, то есть, температура преимущественно понижалась, хотя в целом средняя скорость повышения температуры составила 0,37 °С/10 лет.

Далее были выявлены изменения в скорости и направлении тенденции изменения температуры в других районах исследуемой территории (на меридианах рассматриваемой широтной зоны). Выявлено, что в среднем, на всех меридианах знак тренда положительный, то есть температура воздуха растет, однако скорость изменения ее различна. Максимальная скорость повышения температуры отмечается в секторе от  $25^{\circ}$  до  $45^{\circ}$  в. д. (скорость роста температуры превышает  $0,5^{\circ}\text{C}/10$  лет). Экстремальные значения приходятся на долготу  $30^{\circ}$  в. д. с величиной до  $0,6^{\circ}\text{C}/10$  лет. В западных районах скорость повышения температуры меньше, и составляет лишь  $0,18^{\circ}\text{C}/10$  лет, на крайнем востоке –  $0,25^{\circ}\text{C}/10$  лет.

Описанное распределение линейных трендов дает усредненное представление о вероятном фоне изменения температуры на конкретном меридиане. В тоже время, анализ изменений температуры в индивидуальных узлах, показал, что на различных широтах скорости изменения температуры разные.

Для узлов, расположенных на широте  $60^{\circ}$  с. ш., скорость роста температуры колеблется от  $0,24^{\circ}\text{C}/10$  лет на долготу  $17,5^{\circ}$  в. д., до  $0,94^{\circ}\text{C}/10$  лет, на долготу  $35^{\circ}$  в. д. Максимальное повышение температуры на этой широте отмечается между меридианами  $32,5^{\circ}$  –  $35^{\circ}$  в. д.

Скорости роста температуры в центральных широтах, по сравнению с северными, становится ниже. В секторе  $25^{\circ}$ – $30^{\circ}$  в. д., она составляет  $0,60^{\circ}\text{C}/10$  лет. Наиболее высокие значения скорости роста отмечаются на широте  $47,5^{\circ}$  с. ш., достигая  $0,7^{\circ}\text{C}/10$  лет. На западе центральных широт величина изменения находится в пределах  $0,2$ – $0,3^{\circ}\text{C}/10$  лет. На восточной окраине региона отмечается значительный разброс (от 0 до  $0,55^{\circ}\text{C}/10$  лет).

На южных широтах, на западе района ( $\lambda = 12,5^{\circ}$  в.д.), линейный тренд имеет однородный ход, с минимальными значениями на долготу  $0^{\circ}$ , где скорость изменения близка к 0. В восточном направлении ход трендов имеет значительный разброс. На широте  $40^{\circ}$  с.ш., тренд скорости роста положительный и составляет  $0,2^{\circ}\text{C}/10$  лет на долготу  $25^{\circ}$  в.д., величина линейного тренда на долготу  $32,5^{\circ}$  в.д. меняет знак на противоположный, а на долготу  $37,5^{\circ}$  в.д. принимает отрицательные значения до  $-0,3^{\circ}\text{C}/10$  лет. То есть в этих районах имеет место многолетнее понижение температуры, что является исключением на общем фоне повышения температуры. Еще восточнее, на долготу  $60^{\circ}$  в.д. имеет место с ростом температуры, скорость которого  $0,65^{\circ}\text{C}/10$  лет. Максимальные скорости роста температуры в южных широтах отмечается на широте  $45^{\circ}$  с.ш. В секторе долгот  $27,5^{\circ}$  –  $40^{\circ}$  в.д. они достигают значений  $0,55^{\circ}\text{C}/10$  лет, а начиная с меридиана  $42,5^{\circ}$  в.д. величина линейного тренда быстро уменьшается.

Таким образом, дифференцированный подход позволил обнаружить в широтных зонах районы с преобладанием отрицательных трендов (характерно для широты  $\varphi = 40^{\circ}$  с.ш.).

Дополнительно были рассмотрены изменения трендов на фиксированных широтах в целом, путем осреднения данных. В результате выявлено, что в среднем по широтам рассматриваемого сектора отмечаются положительные тренды. Наибольшие их значения наблюдаются в северных широтах с экстремальным значением на  $\varphi = 60^{\circ}$  с.ш. Средняя скорость изменения температуры составляет на этой широте  $0,58^{\circ}\text{C}/10$  лет. Минимум отмечен на широте  $\varphi = 40^{\circ}$  с. ш., где значение линейного тренда менее  $0,10^{\circ}\text{C}/10$  лет. В средних широтах ( $\varphi = 50^{\circ}$  с. ш.) величина тренда составляет  $0,42^{\circ}\text{C}/10$  лет.

Проведенный всесторонний анализ временных рядов позволил выявить определенные закономерности, полученные для конкретного сектора территории. Их результаты полезно использовать в практической деятельности при планировании различных видов мероприятий, зависящих от погодных условий, и при принятии решений в качестве предварительных прогностических рекомендаций, а также в качестве дополнения к основному прогнозу.

**Литература**

1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, 2008. т. 1. Изменения климата. М., Росгидромет, 227 с.
2. NCEP/DOE AMIP II Reanalysis [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esrl.noaa.gov/pcd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html> (дата обращения: 22.11.2018).
3. Задорожная Т.Н., Закусиллов В.П. Современные пространственно-временные тенденции изменения глобальной температуры воздуха северного полушария // Навигация и гидрография. – 2017. – № 47. – С. 60-66.

**REGIONAL  
MANIFESTATIONS OF GLOBAL AIR TEMPERATURE CHANGE****Makeeva V.V.<sup>1</sup>, Zadorozhnaya T.N.<sup>1</sup>, Zakusilov V.P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russia, zakusilov04@yandex.ru*

**Abstract.** We investigated the trend in the air temperature lines in sector 40-60°n.l, 0-60°e.l. peculiarities, as the local temperature trend and the integral of the trends obtained for the smoothed values of temperature on the latitudes and longitudes of the considered sector.

Keywords: trend, air temperature, averaged values, trend, latitude, longitude.