

## К ПРОГНОЗУ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В КАЗАНИ ДО СЕРЕДИНЫ XXI ВЕКА

Шерстюков Б.Г.<sup>1</sup>, Переведенцев Ю.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Всероссийский Научно-исследовательский институт Гидрометеорологической Информации - Мировой центр Данных*

<sup>2</sup> – *Казанский (Приволжский) федеральный университет, boris@meteo.ru*

**Аннотация.** Обнаружено, что колебания температуры воздуха в Казани с запаздыванием на 35 лет повторяют с высокой достоверностью колебания ТПО, которые происходили в Южном океане в районе циркумполярного океанического течения Западных ветров.

Ключевые слова: долгосрочный прогноз, температура воздуха, Южный океан, температура поверхности океана.

С целью долгосрочного прогнозирования колебаний температуры воздуха (ТВ) в Казани в работе использовались данные наблюдений за ней на метеорологической станции Казань, университет за 1828-2016 гг. и данные о температуре поверхности океана (ТПО) в узлах географической сетки 2x2 градуса широты и долготы за 1854-2016 гг.

Вначале оценивались дальние связи по асинхронным коэффициентам корреляции между ТПО в каждом отдельном узле географической сетки и ТВ в Казани с запаздыванием от 1 до 36 лет. В каждом исследуемом узле в серии асинхронных коэффициентов корреляции ТВ с ТПО выделялся максимальный коэффициент корреляции и фиксировалась величина запаздывания колебаний ТВ, при которой была обнаружена наилучшая корреляция. Если максимальный коэффициент корреляции  $R > 0.4$  (вероятность случайности менее 1%), то его значение наносилось на карту. Одновременно на другую карту наносилась величина запаздывания ТВ в этом узле. После обработки данных во всех узлах географической сетки, строилась карта наилучших асинхронных коэффициентов корреляции и карта значений запаздывания колебаний ТВ в Казани относительно колебаний ТПО в каждом узле.

Анализ полученных результатов показал, что долгопериодные колебания ТВ в Казани с запаздыванием на 35 лет с высокой достоверностью повторяют те колебания ТПО, которые происходили в Южном океане в районе южного циркумполярного океанического течения Западных ветров (в районе пролива Дрейка). Нигде в Мировом океане больше нет мест со столь высокими корреляциями ТВ Казани с ТПО в узлах.

Обнаруженная тесная асинхронная корреляция позволила построить регрессионное уравнение со сдвигом на 35 лет для вычисления прогностических оценок долгопериодных изменений ТВ в Казани на предстоящие 35 лет.

Предиктором в этом уравнении является ТПО в выделенном узле в районе пролива Дрейка со сдвигом вперед на 35 лет, а предиктантом служит ТВ в Казани. После сдвига значений ТПО получены значения предиктора до 2051 года. По асинхронному уравнению вычислены ожидаемые изменения ТВ в Казани на предстоящие 35 лет.

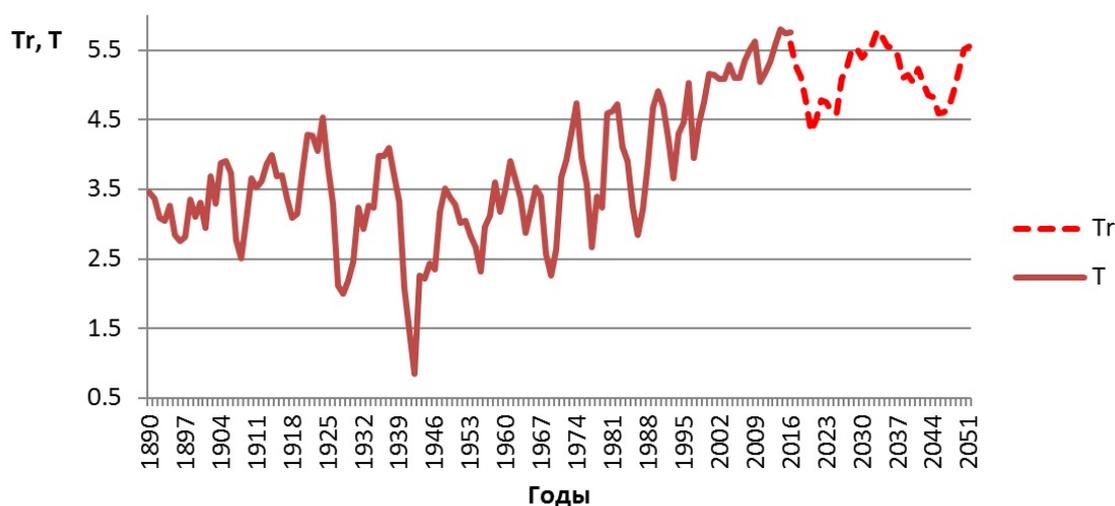


Рис. 1. Среднегодовая температура в Казани  $T$  по данным наблюдений за 1890-2016 гг. (сглажена по 3-летиям) и температура в Казани, вычисленная по уравнению регрессии на период до 2051 года ( $Tr$ ).

Из рис. 1 видно, что в Казани с 1941 по 1969 гг. наблюдались самые холодные годы со средней годовой температурой около  $3^{\circ}\text{C}$ . Далее температура волнообразно повышалась и в последние 16 лет составила около  $5^{\circ}\text{C}$ . Вычисленные по уравнению регрессии прогностические значения показывают, что в предстоящие 35 лет будут происходить колебания температуры в Казани около среднего значения  $5.1^{\circ}\text{C}$ . Если  $5.1^{\circ}\text{C}$  принять за новую прогностическую норму, тогда, судя по графику, с учетом колебаний, в 2019–2025 гг. температура будет ниже прогностической нормы на  $0.3-0.5^{\circ}\text{C}$ , а в 2028–2037 гг. поднимется выше этой нормы на  $0.4-0.5^{\circ}\text{C}$ . К 2045 году температура опять станет ниже нормы на  $0.3-0.4^{\circ}\text{C}$ .

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

## ON THE FORECAST OF CLIMATIC CHANGES IN KAZAN TO THE MIDDLE OF THE XXI CENTURY

Sherstyukov<sup>1</sup> B.G., Perevedentsev Yu.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information - World Data Center*

<sup>2</sup> – *Kazan (Volga Region) Federal University, boris@meteo.ru*

**Abstract.** Analyzing the long-range asynchronous connections of long-period fluctuations of air temperature in Kazan with fluctuations of the surface temperature of the World Ocean at the geographic grid, it was found that temperature fluctuations in Kazan with a delay of 35 years repeat those variations of TPO that occurred at the Southern Ocean in the region of circumpolar ocean current of the West winds

Keywords: the long-range asynchronous connections, temperature fluctuations in Kazan, the surface temperature of the World Ocean.