

# КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В РАЙОНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

*Е.А. Моисеева*

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: [ocean@alpha.mhi.iuf.net](mailto:ocean@alpha.mhi.iuf.net)

*Проведено исследование климатической изменчивости температурного режима воздуха по данным инструментальных измерений приземной температуры за период 1884-2005 гг. на метеостанциях, расположенных в прибрежных районах Азовского моря. Определены региональные и сезонные особенности тренда температуры.*

**Введение.** Основным показателем происходящего потепления климата является увеличение среднегодовой глобальной температуры воздуха, наиболее четко проявившееся с конца 1970-х годов. По оценкам, приведенным в отчете Межправительственной группы экспертов по изменению климата, над сушей и над океаном наблюдаются сходные тенденции роста температуры у поверхности. Рост глобальной осредненной приземной температуры воздуха в XX веке составил  $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

Этот общий рост температуры складывается из двух периодов потепления. Первый между 1910 и 1940 гг. (когда скорость роста температуры равнялась  $+0,14^{\circ}/10$  лет), второй с середины 1970-х годов (когда скорость роста температуры составила  $+0,17^{\circ}/10$  лет для Земного шара, и почти в полтора раза больше  $+0,24^{\circ}/10$  лет в Северном полушарии).

Исследования изменений различных климатических показателей подтверждают тенденцию глобального потепления у поверхности Земли в последнем столетии. Тем не менее, на более коротких временных интервалах, в различные сезоны и в различных регионах наблюдаются отклонения от основной тенденции.

Целью настоящей работы является оценка данных о региональных и сезонных особенностях климатической изменчивости температурного режима воздуха в районе Азовского моря за период 1884-2005 гг.

**Материалы и методика.** В работе использован массив среднемесячных данных

инструментальных измерений приземной температуры воздуха на метеостанциях Керчь, Приморско-Ахтарск, Ейск, Ростов-на-Дону, Мариуполь, Геническ, расположенных в прибрежных районах Азовского моря. Основой исследования послужил, архив средних суточных данных ВНИИГМИ МЦД за период 1884-1995гг., архив среднемесячных данных Climatic Prediction Center NOAA NCEP 1884-2005гг., архив открытых оперативных метеорологических данных NOAA (США) 1994-2005гг., карты аномалий среднемесячной температуры воздуха NCDC (National Climatic Data Center) 1994-2005гг. Временные ряды для станций Мариуполь, Ейск, использовались для анализа климатической изменчивости в последние 20 лет исследования.

На основе полученных рядов температуры для выбранных станций выполнен статистический анализ согласованности рядов приземной температуры воздуха. Определены закономерности среднемесячного, сезонного и среднегодового хода температуры. Получены параметры линейных трендов и оценки их статистической значимости. Определены временные особенности тренда температуры. Рассчитаны средние квадратические отклонения температуры для среднемесячного, сезонного и межгодового уровня изменчивости.

**Анализ результатов.** Для выявления статистических связей между рядами приземной температуры воздуха на рассматриваемых станциях был проведен корреляционный анализ. Коэффициент корреляции между рядами среднегодовой температуры воздуха составляет 0,44, при 5% уровне значимости, что позволяет сделать вывод о синхронном колебании поверхностной температуры воздуха на прибрежных станциях Азовского моря.

Межгодовая изменчивость температуры воздуха в районе Азовского моря за период 1884-2005 гг., осредненной по 4-м станциям (Приморско-Ахтарск, Керчь, Геническ, Ростов-на-Дону), и полиномиальная аппроксимация ряда представлены на рисунке 1. Понижение температуры воздуха конца XIX века, сменилось повышением в начале 1910-х гг. В середине 1940-х гг. это потепление снова сменилось кратковременным похолоданием, а с 1960-х гг. наметилась устойчивая тенденция к потеплению.

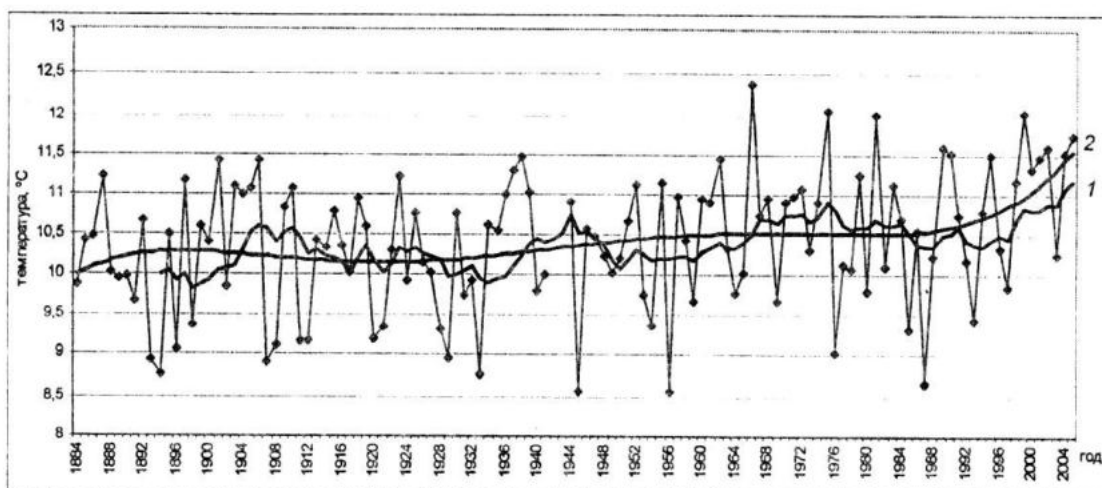


Рисунок 1 – Межгодовая изменчивость среднегодовой температуры воздуха в районе Азовского моря, 11-летнее скользящее среднее (1), полиномиальная аппроксимация ряда (2)

В таблице 1 приведены оценки скорости повышения температуры воздуха в различные периоды XX века для района исследования и в среднем для Земного шара. Изменчивость температуры воздуха в районе Азовского моря в целом согласуется с глобально осредненной оценкой повышения температуры ( $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}/100\text{лет}$ ). С 1976 года скорость роста температуры воздуха в районе Азовского моря превышает глобально осредненные оценки. Для определения масштаба и знака наблюдавшихся тенденций изменения температуры воздуха была проведена линейная аппроксимация временных рядов температуры воздуха. Повышение температуры пространственно

неоднородно. В таблице 2 приведены параметры линейных трендов температуры воздуха за период 1884-2005 гг. Максимальное повышение температуры воздуха наблюдается в Ростове-на-Дону, и составляет  $1,1^{\circ}\text{C}$ . Для всех станций, оценки тренда статистически значимы. Среднегодовая температура воздуха в среднем в районе исследования повысилась на  $0,8^{\circ}\text{C}$  в период 1884-2005 гг.

На рисунке 2 представлены величины линейных трендов среднемесячных температур для станций Керчь, Геническ, Ростов-на-Дону. Отмечена согласованность распределения величин трендов по месяцам для выбранных станций.

Таблица 1 – Оценки скорости роста температуры воздуха в XX веке

Период	Глобально осредненные оценки IPCC	Осредненные оценки для Азовского моря
1901-2000 гг.	$0,06^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$	$0,07^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$
1910-1940 гг.	$0,14^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$	$0,14^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$
1976-2000 гг.	$0,24^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$	$0,39^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$
1986-2005 гг.	–	$0,71^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$

Таблица 2 – Параметры линейных трендов температуры воздуха за период 1884-2005 гг.

Станция	Линейный коэффициент, $^{\circ}\text{C}/\text{год}$	Величина тренда, $T_{2005} - T_{1884}$ , $^{\circ}\text{C}$	Среднее квадратическое отклонение, $^{\circ}\text{C}$
Керчь	0,0046	$0,6^{**}$	0,8
Геническ	0,0040	$0,5^{*}$	0,9
Пр.-Ахтарск	0,0086	$1,0^{***}$	0,9
Ростов-на-Дону	0,0091	$1,1^{***}$	1,0
Азовское море	0,0066	$0,8^{***}$	0,8

Примечание: \* - тренды, значимые на 90%-ном уровне, \*\* - 95%-ном уровне, \*\*\* - 99%-ном уровне.

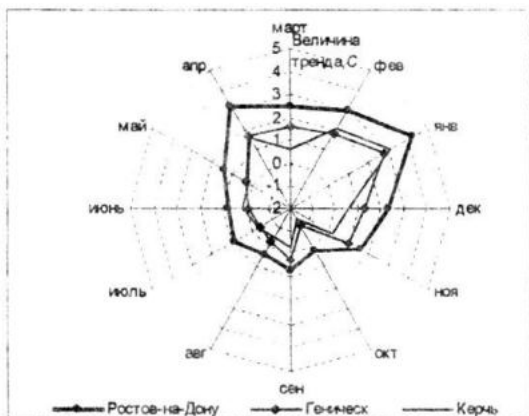


Рисунок 2 – Величины линейных трендов среднемесячных температур за период 1884-2005 гг.

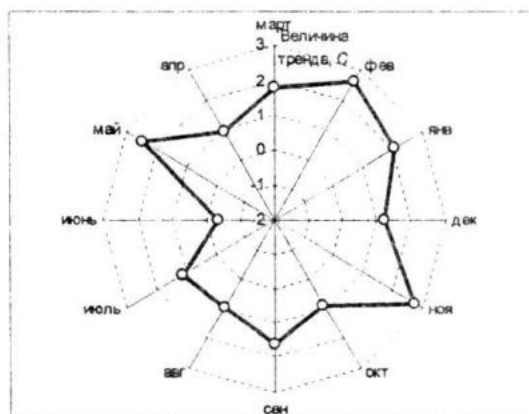


Рисунок 3 – Величины линейных трендов среднемесячных осредненных температур воздуха за период 1986-2005 гг.

Наиболее значительно потепление проявляется зимой и в первой половине весны. С июля по октябрь в Геническе, Керчи среднемесячная температура воздуха понижается. Максимальное понижение температуры воздуха за период 1884-2005 гг. наблюдается в Керчи в октябре и составляет  $-1,5^{\circ}\text{C}$ . Максимальное повышение температуры наблюдается в Ростове-на-Дону в январе  $4,2^{\circ}\text{C}$ .

Процесс потепления заметно ускорился в 1980-е годы [2,3]. Скорость роста среднегодовой температуры воздуха до 1985 года составляла  $0,05^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ , а в последние 20 лет равняется  $0,71^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ . Среднегодовая температура воздуха за период 1986-2005 гг. повысилась на  $1,8^{\circ}\text{C}$ . Тренд среднегодовой температуры составляет: Керчь  $2,0^{\circ}\text{C}$ , Ейск  $1,4^{\circ}\text{C}$ , Мариуполь  $1,8^{\circ}\text{C}$ , Приморско-Ахтарск  $1,9^{\circ}\text{C}$ , Геническ  $2,1^{\circ}\text{C}$ , Ростов-на-Дону  $1,6^{\circ}\text{C}$ . Если в последние годы повышение температуры наиболее выраже-

но зимой и осенью (с максимумами в феврале  $2,6^{\circ}\text{C}$  и ноябре  $2,7^{\circ}\text{C}$ ), то на протяжении всего периода исследования – зимой и в первой половине весны (с максимумами в январе и апреле) (рис.2,3). Оценки, для последних 20 лет, согласуются с выводами, приведенными в работе [1]. В период 1986-2005 гг. прослеживается тенденция понижение температуры воздуха на  $-0,4^{\circ}\text{C}$  в июне. В период 1884-2005 гг. понижение температуры характерно для октября,  $-0,9^{\circ}\text{C}$ .

**Выводы.** Анализ трендов температуры воздуха при уровне их вероятности не ниже 95% позволяет констатировать две основные особенности изменения температуры воздуха в районе Азовского моря в период 1884-2005 гг. Во-первых, это явное преобладание положительного тренда (увеличение температуры воздуха в среднем в районе исследования составляет  $0,8^{\circ}\text{C}$ ). Повышение температуры наиболее выражено в северо-восточных районах Азовского моря. Во-вторых, наличие хорошо выраженных максимумов проявления трендов в годовом ходе зимой и в первой половине весны. Прослеживается тенденция понижения температуры воздуха в октябре на  $-0,9^{\circ}\text{C}$  за период 1884-2005 гг.

Скорость роста температуры воздуха в районе Азовского моря до 1985 года составляла  $0,05^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ , в последние 20 лет увеличилась в среднем до  $0,71^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ . В период 1986-2005 гг. повышение температуры наиболее выражено зимой и осенью, прослеживается тенденция понижения температуры воздуха в июне на  $-0,4^{\circ}\text{C}$  за период 1986-2005 гг.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабий М.В., Букатов А.Е., Станичный С.В. Анализ температуры поверхности Черного моря по среднемесячным данным спутниковых измерений 1986-2002 гг. //Системы контроля окружающей среды. Сб. научных трудов МГИ НАН Украины. – Севастополь, 2004. – С.143–145.
2. Будыко М.И, Ефимова Н.А., Лугина К.М. Современное потепление //Метеорология и гидрология. 1993. № 7. – С.29–34.
3. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander (eds) //Climatic Change 1995. The Science of Climate Change / Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: University Press, 1995.