

УДК 551.582.2 (470.325)

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ИНДЕКСА КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА  
В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РАЙОНЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ****Киреева-Гененко И.А., Новикова Е.П., Чумейкина А.С.***ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
Белгород, e-mail: genenko@bsu.edu.ru*

В работе проведен анализ изменения индекса континентальности климата по данным 12 метеорологических станций за последние 30 лет с 1981 по 2010 г. на территории Центрально-Черноземного района. Методологической основой данной работы послужили расчетные методы индекса континентальности, предложенные Л. Горчинским, С.П. Хромовым, Ц.А. Швер. Анализ индексов континентальности за исследуемый период по выбранным методам показал, что величины К на всех метеостанциях варьируют в пределах 25–30% от средних значений. Выявлена тенденция уменьшения индекса континентальности К на всей территории по сравнению со средними многолетними данными – «нормой 80» – с 44% до 39% в связи с глобальными процессами изменения климата. В целом на территории ЦЧР сохраняется многолетний умеренно континентальный тип климата с небольшими отклонениями от среднеевропейских норм. Наши результаты рекомендованы для учета при разработке географических прогнозов по оценке устойчивого развития экосистем или их трансформации в будущем.

**Ключевые слова:** индекс континентальности климата, амплитуда температуры воздуха, сумма осадков зимой и летом, широта и долгота местности

**ANALYSIS AND ASSESSMENT OF AN INDEX OF CONTINENTALITY OF CLIMATE  
IN CENTRAL BLACK EARTH REGION OVER THE PAST 30 YEARS****Kireeva-Genenko I.A., Novikova E.P., Chumeykina A.S.***Belgorod State National Research University, Belgorod, e-mail: genenko@bsu.edu.ru*

In the article the analysis of changes of the climate continentality index by the data of 12 meteorological stations over the last 30 years from 1981 to 2010 on the territory of the Central Chernozem region was conducted. Calculation methods of the continentality index proposed by L. Gorchinskiy, S.P. Khromov, C.A. Schwer were used for the methodological basis of this research. The analysis of the continentality indexes during the study period by the selected methods showed that the values K for all meteorological stations are varying in the range of 25–30% from the average values. The tendency of the continentality index K reduction over all area in comparison with the long-term average – «rule of 80» – from 44% to 39% due to global climate change was revealed. On the whole over the territory of the Central Chernozem region the perennial temperate-continent type of climate with small deviations from the average long-term norms is retained. Our results are recommended for the accounting while developing the geographic predictions over assessing the sustainability of ecosystems or of their transformation in the future.

**Keywords:** climate continentality index, the amplitude of air temperature, sum of precipitation in summer and winter, the latitude and longitude of the area

За последние десятилетия усилились колебания климатических характеристик как в планетарном масштабе, так и в отдельных регионах. Это вызывает повышенный интерес не только у ученых и специалистов, но и у широкого круга населения. Климатологи эти процессы объясняют прежде всего изменением формы циркуляции атмосферы с субширотной до 1980-х гг. на субмеридиональную за последние десятилетия [1]. Другой причиной называют глобальное потепление в северном полушарии. Резкое изменение теплового режима сказывается на самочувствии людей, а также влияет на жизнь и деятельность человека в целом.

Для количественной оценки климатических изменений в Центрально-Черноземном районе (ЦЧР) нами проведено исследование одного из комплексных показателей, а именно индекса континентальности климата, учитывающего амплитуды температу-

ры воздуха, атмосферные осадки и широту места. В этом проявляется актуальность нашего исследования.

Целью исследования настоящей работы является анализ средних многолетних данных индекса континентальности климата ЦЧР за 80 лет (норма-80) и их сравнение с вариациями этого показателя за последние 30 лет по материалам 12 метеорологических станций, размещенных равномерно по всей исследуемой территории.

Выполнение поставленной цели потребовало формулирования следующих задач:

- 1) изучить физико-географическое положение метеорологических станций;
- 2) освоить наиболее известные методы определения индекса континентальности климата;
- 3) произвести анализ особенностей циркуляции атмосферы в рассматриваемом регионе за исследуемый период;

4) выявить широтное и долготное изменения индекса континентальности за период исследования;

5) разработать рекомендации по использованию результатов исследования на практике.

Методологической основой данной работы послужили расчетные методы индекса континентальности, предложенные Л. Горчинским, С.П. Хромовым, Ц.А. Швер, выбранные на основе анализа литературных источников, как наиболее широко распространенные методы [2]. В работах Л. Горчинского и С.П. Хромова учитываются сезонные и годовые амплитуды температуры воздуха и широта местности. Ц.А. Швер, в свою очередь, рекомендует в формуле расчета отдельно учитывать сумму осадков в холодный и теплый периоды года.

Расчетная формула Л. Горчинского имеет вид

$$K = 1,7A/\sin\varphi - 20,4, \quad (1)$$

где  $A$  – годовая амплитуда температуры воздуха;

$\sin\varphi$  – синус широты места  $\varphi$ . Значения индексов континентальности по Л. Горчинскому выражаются двузначными числами, возрастающими с увеличением континентальности.

Конечная расчетная формула С.П. Хромова представлена в виде

$$K = (A - 5,4 \sin\varphi)/A, \quad (2)$$

где  $A$  – годовая амплитуда температуры воздуха;

$5,4 \sin\varphi$  – годовая амплитуда в океаническом типе климата, где материковое влияние практически отсутствует.

Физический смысл метода С.П. Хромова заключается в том, что доля годовой амплитуды температуры воздуха в данном месте создается за счет наличия суши на земном шаре, каков континентальный вклад в годовую амплитуду температуры. Индекс С.П. Хромова имеет обычно положительные значения и составляет доли единицы, а их предельные максимальные величины равны единице (что возможно на экваторе). А в случае морского климата  $K$  может иметь даже отрицательные значения [2].

Ц.А. Швер для расчета коэффициента  $K$  предложила использовать данные месячных сумм осадков. Формула расчета имеет вид

$$K = \sum X_{III-VIII} / \sum X_{IX-II}, \quad (3)$$

где  $\sum X_{III-VIII}$  – сумма осадков в весенне-летний период;

$\sum X_{IX-II}$  – сумма осадков в осенне-зимний период.

В зависимости от отношения осадков в весенне-летнее (март – август) и осенне-зимнее (сентябрь – февраль) полугодия, она выделила четыре типа годового хода осадков, отражающих степень континентальности климата:

- 1) не континентальный –  $K < 1$ ;
- 2) полуконтинентальный –  $1 < K < 1,75$ ;
- 3) континентальный –  $1,75 < K < 3,5$ ;
- 4) резко континентальный –  $K > 3,5$ .

Гипотезой работы, принятой в настоящем исследовании, является то, что глобальное потепление климата сказывается на изменении таких основных характеристик, как температура воздуха и осадки в отдельные годы, что позволяет выявить тенденцию уменьшения континентальности климата.

Работа относится к теоретическим исследованиям, выводы которой имеют практическую значимость для разработки географического прогноза по оценке устойчивого развития экосистем или их трансформации в будущем. В частности, изменение структуры баланса тепла и влаги нужно учитывать при проведении мелиоративных работ в южных районах ЦЧР.

Широтное изменение индекса континентальности климата ( $K$ ) по всем трем методам можно рассмотреть на примере метеостанций, расположенных в северной части ЦЧР (Моршанск, Мичуринск, Елец), в центральной части ЦЧР (Воронеж, Конь-Колодезь, Богородицкое Фенино (Б. Фенино) и метеостанции, находящиеся в южных районах ЦЧР (Богучар, Валуйки) (таблица).

Из таблицы видно, что за 30-летний период исследования практически все методы расчета отражают тенденцию уменьшения индекса континентальности  $K$  по сравнению со средними многолетними данными всей территории – «нормой 80» с 44% до 39%. Необходимо отметить, что изменение индекса  $K$  за отдельные годы достигает от 17 до 60%, что объясняется неустойчивым характером изменения циркуляции атмосферы над регионом, вызванным глобальными процессами колебания климата [3]. При этом колебания  $K$  практически на всех станциях синхронные. Это свидетельствует о том, что на территории ЦЧР за исследуемый период на формирование климата оказывали влияние одни и те же факторы. Прежде всего такими факторами являются повышение зимних температур в среднем на 2–3 °С, и лишь небольшое увеличение среднемесячных температур воздуха в летние месяцы. Соответственно, амплитуды температуры воздуха уменьшались на 2–3 °С [4].

Индексы континентальности, рассчитанные по методу С.П. Хромова, практически не отличаются от расчетов по первому методу и повторяют его вариации во все годы.

Индекс К, рассчитанный по методике Ц.А. Швер, также указывает на уменьшение континентальности за исследованный период. Это объясняется, прежде всего, тенденцией увеличения сумм осадков в холодный период года [5]. При этом колебания индекса К почти на всех станциях синхронные. Таким образом, широтное изменение индексов К практически не наблюдается.

Изменение индекса К с запада на восток по мере увеличения долготы станций

представлено на примере метеостанции Курск (западная часть ЦЧР), Воронеж (центральная часть ЦЧР) и Жердевка (восточная часть ЦЧР) по данным за 30 лет и средним многолетним данным (см. таблицу). Из таблицы видно, наиболее ярко изменение индекса К с запада на восток за исследуемые периоды проявляется по данным, рассчитанным методом Л. Горчинского. Динамика распределения индекса континентальности по годам, а именно вариации годовых значений индекса континентальности по Горчинскому с 1981 по 2010 г. на станциях Курск, Воронеж и Жердевка показаны на рис. 1–3.

Индекс континентальности климата (К) на метеостанциях ЦЧР по данным за 30 лет (А) и средним многолетним данным (Б) (норма-80)

Метеостанция	Высота н. у. м. (м)	Географические координаты		К <sub>горчинск.</sub>		К <sub>хромова</sub>		К <sub>швер</sub>	
		Широта (φ)	Долгота (λ)	А	Б	А	Б	А	Б
Моршанск	142	53°27'	41°48'	39,49	44,36	0,85	0,86	1,10	1,25
Мичуринск	158	52°53'	40°29'	39,93	45,05	0,85	0,86	1,06	1,21
Тамбов	128	52°48'	41°20'	40,06	45,19	0,85	0,86	1,05	1,17
Жердевка	147	51°51'	41°28'	41,23	46,42	0,85	0,86	1,00	1,18
Елец	168	52°38'	38°31'	37,79	43,35	0,84	0,86	1,20	1,37
Конь-Колодезь	138	52°15'	39°15'	39,02	42,90	0,85	0,86	1,17	1,33
Курск	247	51°46'	36°10'	35,65	40,20	0,84	0,85	1,13	1,19
Воронеж	149	51°39'	39°09'	38,00	43,90	0,84	0,86	1,11	1,26
Б. Фенино	226	51°09'	37°21'	36,56	42,01	0,84	0,85	1,13	1,45
Белгород	224	50°38'	36°35'	37,65	42,05	0,84	0,85	1,16	1,28
Валуйки	112	50°13'	38°06'	37,11	43,09	0,84	0,86	1,12	1,27
Богучар	84	49°56'	40°34'	40,91	45,82	0,85	0,86	1,12	1,20



Рис. 1. Вариации годовых значений индекса континентальности по Горчинскому с 1981 по 2010 г. на станции Курск



Рис. 2. Вариации годовых значений индекса континентальности по Горчинскому с 1981 по 2010 г. на станции Воронеж

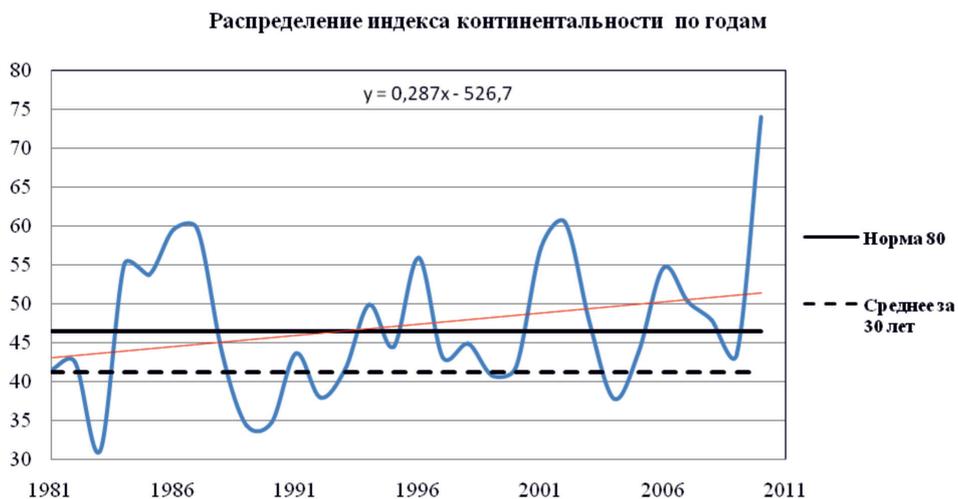


Рис. 3. Вариации годовых значений индекса континентальности по Горчинскому с 1981 по 2010 г. на станции Жердевка

В сравнении с многолетними данными значение индекса континентальности в период исследования уменьшилось на 11–12%. Общий положительный тренд изменения индекса континентальности, который прослеживается на станциях Курск, Воронеж и Жердевка, свидетельствует о том, что за период исследования значение  $K$  в 3-м десятилетии превышает значения  $K$  в 1-м и во 2-м десятилетиях. Это связано с тенденцией к потеплению зимних месяцев за период исследования в среднем на  $1,3^{\circ}\text{C}$  и увеличению летних температур в среднем на  $2,1^{\circ}\text{C}$ .

Вследствие этого отмечается нарастание амплитуды температур, в среднем на  $1^{\circ}\text{C}$ . Для станции Курск индекс континентальности в 1-м десятилетии составил (34,65), в Воронеже и Жердевке – (38,22) и (41,44) соответственно. Во 2-м десятилетии повсеместно наблюдается минимальное значение  $K$  – 33,71 в Курске, 36,49 в Воронеже и 39,50 в Жердевке. Максимальное значение  $K$ , как и указывалось выше, наблюдается в 3-м десятилетии. Для станции Курск оно составило 37,82, для станций Воронеж и Жердевка – 39,52 и 42,96 соответственно.

Расчет индекса континентальности по методу Ц.А. Швер показал, что значение  $K$  уменьшилось по сравнению с многолетними данными в среднем на 11%. Это связано с увеличением сумм осадков в холодном полугодии и их уменьшением в теплом полугодии в сравнении с многолетними данными.

Таким образом, анализ индексов континентальности за исследуемый период по выбранным методам показал, что величины  $K$  на всех метеостанциях варьируют в пределах 25–30%. Это объясняется двумя факторами: с одной стороны, колебаниями температуры в холодный и теплый периоды года. В годы максимальных показателей  $K$ , как правило, зимы были холодными, а лето жаркое, соответственно, годовые амплитуды были большие. Наоборот, в годы минимальных значений индексов континентальности зимы были теплые, а лето прохладное, что приводило к уменьшению годовой амплитуды, соответственно, уменьшались и индексы континентальности  $K$ .

С другой стороны, преобладание осадков в осенне-зимнее полугодие сказывается на уменьшении индекса  $K$ . Наоборот, чем больше осадков выпадает в весенне-летнее полугодие, тем резче выражена континентальность климата. Равенство сумм осадков в указанные полугодия или их небольшое преобладание в весенне-летнее полугодие (менее чем в 2 раза) можно отнести к полуконтинентальному типу климата, что отмечается в ЦЧР.

В целом на территории ЦЧР сохраняется многолетний умеренно континентальный тип климата с небольшими отклонениями на 10–15% от среднееголетних норм. На основании сказанного можно сделать вывод о том, что при разработке географических прогнозов и геоэкологических экспертиз необходимо воспользоваться среднееголетними данными основных климатических показателей не менее чем за последние 30 лет.

#### Список литературы

1. Григорьев Г.Н., Крымская О.В., Лебедева М.Г. Крупномасштабные атмосферные процессы Северного полушария и аномалии климатических параметров Центрально-Черноземного региона // География и природные ресурсы. – 2001. – № 4. – С. 135–138.
2. Алисов Б.П. Курс климатологии. – Ч. 1, 2 / Б.П. Алисов, О.А. Дроздов, Е.С. Рубинштейн. – Л.: Гидрометеоздат, 1952. – 430 с.
3. Petin A.N., Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., ChendeV Y.G., Lupo A.R. Regional Manifestations of Changes in Atmospheric Circulation in the Central Black Earth Region (By the Example of Belgorod Region) // *Advances in Environmental Biology*, 8(10), June 2014, P. 544–547.
4. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Lupo A.R., ChendeV Y.G., Petin A.N., Solovyev A.B. Trends in Summer Season Climate for Eastern Europe and Southern Russia in the Early 21 st Century. Hindaws Publishing Corporation // *Advances in Meteorology*. – 2016. – Vol. 2016, Article ID 5035086, 10 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5035086>.
5. Новикова Е.П., Чумейкина А.С. Особенности формирования осадков над ЦЧР в конце 20 – начале 21 веков // Географические проблемы сбалансированного развития староосвоенных регионов: материалы IV Международной заочной научно-практической конференции (Брянск, 20 декабря 2016 г.). – Брянск: изд-во «Курсив», 2017. – С. 177–181.