

Д. А. Котляров

АНАЛИЗ ИНДЕКСА КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Северо-Восточный государственный университет, Магадан, Россия

Поступила в редакцию 12.01.2024 г.

Принята к публикации 15.02.2024 г.

doi: 10.5922/gikbfu-2024-1-6

92

Для цитирования: *Котляров Д. А.* Анализ индекса континентальности климата на территории Северо-Востока России // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2024. №1. С. 92–103. doi: 10.5922/gikbfu-2024-1-6.

Анализ континентальности климата является важнейшим инструментом изучения и прогнозирования погоды. Учет индекса континентальности позволяет определить особенности климата в настоящем и спрогнозировать его возможные изменения в будущем. Основная цель исследования заключается в оценке изменения климата на территории Северо-Востока России посредством анализа индекса континентальности как важного интегрального показателя, позволяющего в комплексе оценить эти изменения на обширных территориях.

В настоящее время существует множество методик, позволяющих оценить континентальность климата. Тем не менее единой универсальной методики не существует. Для оценки континентальности климата предлагается использовать две методики. Первая учитывает годовую амплитуду температур и географическую широту местности. Вторая предполагает расчет индекса на основании средних январских и июльских температур, суммы сезонных осадков, а также широты местности. Анализ значений индексов базового и расчетного периодов позволяет сделать вывод о несущественном их изменении в сторону ослабления континентальности для одних территорий и роста для других.

Ключевые слова: индекс континентальности, изменение климата, Северо-Восток России

Введение

Континентальность климата — это сочетание различных свойств климата, определяемых влиянием значительных площадей суши на приземные слои атмосферы и климатообразующие процессы. Континентальность определяется значительными суточными и годовыми амплитудами температур, а также закономерным ходом прочих переменных климатических показателей (количество осадков, температура и т.д.). Континентальные температуры будут существенно превышать температуры, которые наблюдаются над морями и океанами на тех же широтах. Особую разновидность континентального климата представляет собой климат горных территорий, где температурный режим и



годовое количество атмосферных осадков разнообразны и существенно зависят от количества солнечной радиации, высоты над уровнем моря, экспозиции склонов и особенностей рельефа.

В качестве границ Северо-Востока России, в отношении которого будет проводиться данное исследование, выделим следующие: на западе граница проходит по долине р. Лены и нижнему течению р. Алдан. Далее через горный хребет Джугджур граница выходит к северному побережью Охотского моря. На юго-востоке граница проходит по низменности между устьями рек Анадырь и Пенжина. Таким образом, под Северо-Востоком будет пониматься обширная территория Северо-Восточной Сибири как физико-географической страны, а также часть Северо-Притихоокеанской страны (кроме Камчатки и Корякского нагорья). Границы Северо-Востока будут распространяться не только на внутриконтинентальные районы Северо-Восточной Сибири, но и на побережье Тихого и Северного Ледовитого океанов с целью анализа изменения индексов континентальности климата на всей территории Северо-Восточной части России.

Северо-Восток страны — один из самых отдаленных регионов с экстремальными климатическими условиями не только в России, но и на планете. Именно здесь расположены одни из самых холодных населенных пунктов Северного полушария — Оймякон и Верхоянск. Экстремальность условий определяется географическим положением территории, циркуляцией атмосферы, а также особенностями горного рельефа с повсеместным развитием зимней инверсии температур. Данное метеорологическое явление характерно для многочисленных межгорных котловин, расположенных на территории Северо-Восточной Сибири. Тем не менее глобальное изменение климата охватило и этот суровый регион, хотя и в меньшей степени, чем другие территории России, в том числе и внутриконтинентальные области. Климатические исследования, проводимые на территории Северо-Востока, в основном затрагивали показатели температурного режима приземного слоя воздуха и реже прочие климатические переменные. Эти исследования носили как простой системный, так и комплексный характер, учитывающий взаимосвязи между собой всех климатических переменных на изучаемой территории. Одним из важных комплексных критериев оценки изменения климата является интегральный показатель индекса континентальности климата.

Материалы и методы исследований

В отечественной и зарубежной научной литературе были представлены более десятка как простых, так и сложных методов расчета интегральных индексов континентальности климата, многие из которых нашли свое применение в научной практике. Тем не менее ни один из существующих методов не является самым оптимальным, позволяющим наиболее точно и многогранно оценить континентальность климата. Анализ данных методов позволяет условно разделить их на три основные группы.



Первая группа включает методы расчета континентальности климата, которые учитывают только географическую широту метеостанции, а также годовую амплитуду температуры воздуха. Часть этих методов была разработана еще в XIX в. Следует отметить, что впервые при расчетах континентальности климата годовая амплитуда температур была использована в 1884 г. австрийским географом и климатологом А. Супаном. Кратко рассмотрим основные методы расчета континентальности климата, характерные для первой группы.

В 1888 г. Г. Ценкер вывел следующее уравнение континентальности:

$$K_{\text{цн}} = \frac{600}{5} \cdot \frac{A}{\varphi} - 20, \quad (1)$$

где $K_{\text{цн}}$ — индекс континентальности Ценкера; A — годовая амплитуда температуры воздуха, °C; φ — географическая широта.

И. Шрепфер для расчета континентальности климата предложил формулу

$$K_{\text{шр}} = \frac{800}{7} \cdot \frac{A}{\varphi} - 14. \quad (2)$$

Австрийско-американский метеоролог, физик и сейсмолог В. Конрад вводит в формулу значение синуса географической широты:

$$K_{\text{кн}} = \frac{1,7 A}{\sin(\varphi+10)} - 14. \quad (3)$$

Индекс континентальности Л. А. Горчинского (1920 г.) имеет следующий вид:

$$K_{\text{гр}} = \frac{1,7 A}{\sin \varphi} - 20,4. \quad (4)$$

Минимальные значения показателя данного индекса — $K_{\text{гр}}=0$ и характерны для среднего океанического климата. Максимальное значение индекса наблюдается в Верхоянске — 100 (Республика Саха (Якутия)).

Индекс континентальности климата по С.П. Хромову имеет следующее уравнение:

$$K_{\text{хр}} = \frac{A-5,4 \sin \varphi}{A} 100 \%. \quad (5)$$

Данный индекс показывает, какая доля годовой амплитуды температуры создается за счет влияния на нее континентов. Так, над океанами Южного полушария этот показатель составляет 10% и менее, над северной частью Атлантики — более 25%, для западной части Европы — 50–75%, в средней части континентов — 90% и более (Центральная и Северо-Восточная Азия, центральные районы Северной Америки и Австралии, северная часть Африки и внутренние районы Южной Америки). Выражение, которое представлено в числителе данного уравнения — $5,4 \sin \varphi$, является океанической амплитудой [17].

Индекс континентальности климата, по Н.Н. Иванову, рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{ив}} = \frac{A}{0,33 \varphi} 100 \%. \quad (6)$$



Согласно градации климата по Н.Н. Иванову, выделяются следующие пояса континентальности: крайне океанический (менее 48 %), океанический (48 – 56 %), умеренно океанический (57 – 68 %), морской (69 – 82 %), слабо морской (83 – 100 %), слабо континентальный (101 – 120 %), умеренно континентальный (121 – 146 %), континентальный (147 – 177 %), резко континентальный (178 – 214 %), крайне континентальный (более 214 %).

Немного более сложную методику для расчета индекса континентальности климата предложил А. Эверт [14]:

$$K_{эв} = \frac{A - (3,81 \sin\varphi + 0,1)}{38,39 \sin\varphi + 7,47} 100 \% \quad (7)$$

Вторая группа методов расчета индекса континентальности климата учитывает не только географическую широту местности и годовую амплитуду температуры воздуха, но и сезонное количество осадков, а также среднюю температуру осени и весны. К числу таких методик следует отнести коэффициенты континентальности Н.Ф. Харламовой и Джонассона – Ринглеба:

$$K_{ха} = \frac{A - 5,4 \sin\varphi}{A \frac{O_{IV-X}}{100}} 100 \% \quad (8)$$

$$K_{д-р} = 0,6(1,6 \frac{A}{\sin\varphi} - 14) - (T_{IX-XI} - T_{III-V}) + 36, \quad (9)$$

где O_{IV-X} – среднегодовое количество атмосферных осадков теплого периода года (с апреля по октябрь), мм; T_{IX-XI} – средняя температура воздуха с сентября по ноябрь, °С; T_{III-V} – средняя температура воздуха с марта по май, °С.

Региональный индекс континентальности Н.Ф. Харламовой ($K_{ха}$) представляет собой модифицированную версию индекса С.П. Хромова ($K_{хр}$), где в качестве дополнительного фактора учитывается влагообеспеченность территории, обеспечивающая функционирование ландшафтов внутри континентов [14; 16].

Отдельно в этой группе следует выделить методику расчета индекса континентальности Ц.А. Швер:

$$K_{шв} = \frac{\sum O_{III-VIII}}{\sum O_{IX-II}} \quad (10)$$

где $\sum O_{III-VIII}$ – сумма осадков с марта по август (весенне-летний период), мм; $\sum O_{IX-II}$ – сумма осадков с сентября по февраль (осенне-зимний период), мм;

Коэффициент континентальности климата Ц.А. Швер рассчитывается только как соотношение сумм осадков весенне-летнего и осенне-зимнего периодов, без учета годовой амплитуды температуры воздуха, географической широты и средней температуры воздуха. В зависимости от отношения данных осадков Ц.А. Швер выделила четыре степени континентальности климата: неkontинентальный ($K_{шв} < 1$), полуконтинентальный ($1 < K_{шв} < 1,75$), континентальный ($1,75 < K_{шв} < 3,5$), резко континентальный ($K_{шв} > 3,5$) [5; 18].



Третья группа методов расчета индекса континентальности климата не учитывает годовую амплитуду температуры воздуха, но сохраняет при расчетах географическую широту, среднюю температуру воздуха и сезонное распределение осадков. В качестве дополнительного показателя при расчетах используются средние температуры января и июля. К числу таких методик следует отнести расчет коэффициента общей годовой континентальности, включающего в себя коэффициенты зимней и летней континентальности [14]:

$$K_t = K_w + K_s, \quad (11)$$

$$K_w = \frac{\left(1 - \frac{T_w}{t_0}\right) \cos \varphi + \frac{P_0}{P_w} - 2}{2}, \quad (12)$$

$$K_s = \frac{\left(\frac{T_s}{t_0} - 1\right) \sin \varphi + \frac{P_0}{P_s} - 2}{2}, \quad (13)$$

где K_t — коэффициент общей годовой континентальности; K_w — коэффициент зимней континентальности; K_s — коэффициент летней континентальности; T_w — средняя январская температура, °C; T_s — средняя июльская температура °C; P_w — сумма осадков с октября по март (включительно), мм; P_s — сумма осадков с апреля по сентябрь (включительно), мм; P_0 — сумма осадков за год в открытом океане на широтах умеренного климатического пояса (≈ 1000 мм); t_0 — средняя годовая температура на уровне океана на широте умеренного климатического пояса ($\approx +8^\circ\text{C}$);

Для расчета индексов континентальности климата на территории Северо-Востока России и анализа их динамики будут использованы методики С.П. Хромова (расчет по годовой амплитуде и широте), а также индекс общей годовой континентальности (расчет по средним температурам и сезонным осадкам). Статистическими материалами для исследования послужили данные по четырнадцати метеостанциям, расположенным на территории населенных пунктов Северо-Востока России за период с 1970 по 2023 г. Данные материалы размещены в открытом доступе на сайте справочно-информационного портала «Погода и климат» (<http://www.pogodaiklimat.ru>). С целью общего анализа изменения индекса континентальности климата весь исследуемый период был разделен на два временных интервала: 1970–2000 гг. (базовый) и 2001–2023 гг. (расчетный).

В качестве анализируемых климатических показателей для исследуемых временных интервалов были взяты данные по годовой амплитуде температуры воздуха, средней температуре января и июля, а также средней сумме количества осадков теплого и холодного периода. Метеорологические станции, по которым производились расчеты индексов континентальности, с указанием географических координат и высоты над уровнем моря представлены в таблице 1. Для расчетов синуса и косинуса географической широты метеостанций широта, выраженная в градусах и минутах, была переведена в десятичные градусы ($1' = 0,0167^\circ$).



Таблица 1

Географические сведения о метеостанциях Северо-Востока России

Метеостанция	Географическая широта	Географическая широта, десятичных градусов	Географическая долгота	Высота над уровнем моря, м
Тикси	71°38' с. ш.	71,6346°	128°52' в. д.	7
Чокурдах	70°37' с. ш.	70,6179°	147°54' в. д.	61
Верхоянск	67°33' с. ш.	67,5511°	133°23' в. д.	136
Среднеколымск	67°27' с. ш.	67,4509°	153°42' в. д.	21
Эгвекино	66°19' с. ш.	66,3173°	179°07' з. д.	22
Уэлен	66°09' с. ш.	66,1503°	169°49' з. д.	7
Зырянка	65°44' с. ш.	65,7348°	150°53' в. д.	43
Анадырь	64°44' с. ш.	64,7348°	177°31' в. д.	61
Марково	64°40' с. ш.	64,6680°	170°24' в. д.	26
Оймякон	63°27' с. ш.	63,4509°	142°47' в. д.	740
Сеймчан	62°52' с. ш.	62,8684°	152°23' в. д.	210
Сусуман	62°47' с. ш.	62,7849°	148°09' в. д.	655
Магадан	59°34' с. ш.	59,5670°	150°48' в. д.	116
Охотск	59°23' с. ш.	59,3841°	143°18' в. д.	6

В числе дополнительных источников и материалов использовались научные труды по теоретическим вопросам в области метеорологии и климатологии [4; 7; 17], изучению индексов континентальности отдельных физико-географических стран, областей и городов России [1–3; 5; 6; 8; 9; 11–13], изменению климата на территории Северо-Востока России [10; 15]. Для анализа индекса континентальности климата широко применялись следующие методы исследования: статистический, математический, картографический, а также метод сравнительного анализа.

Результаты и их обсуждение

Предварительный анализ и расчеты данных статистического ряда (было обработано свыше 10 тыс. статистических показателей) позволяют определить климатические нормы для базового (1970–2000) и расчетного (2001–2023) периодов (табл. 2). Табличные данные были использованы для последующих расчетов индекса континентальности климата на территории Северо-Востока России по двум методикам, указанным в тексте выше.



Таблица 2

**Климатические показатели (нормы) базового (1970–2000)
и расчетного (2001–2023) периодов для Северо-Востока России**

Метеостанция	1970–2000					2001–2023				
	A, °C**	T _{wr} , °C	T _{sr} , °C	P _{wr} , мм	P _{sr} , мм	A, °C	T _{wr} , °C	T _{sr} , °C	P _{wr} , мм	P _{sr} , мм
Тикси*	40,6	-31,4	7,3	100	178	41,5	-29,2	8,6	97	167
Чокурдах	45,3	-34,1	10,0	80	141	46,0	-33,1	10,7	91	97
Верхоянск	62,5	-45,8	15,9	50	127	63,0	-45,3	16,5	47	139
Среднеколымск	51,3	-36,1	14,3	90	141	52,1	-35,2	15,0	105	168
Эгвекинот*	31,9	-18,0	9,9	224	311	30,6	-17,4	10,6	259	310
Уэлен*	30,6	-19,7	6,4	176	185	29,4	-18,9	7,2	129	156
Зырянка	53,2	-36,0	15,9	95	163	54,0	-36,0	16,4	118	215
Анадырь*	36,8	-21,3	10,9	192	168	37,1	-21,6	12,1	223	162
Марково	44,7	-25,7	14,2	183	221	44,4	-26,3	15,2	211	213
Оймякон	62,0	-45,9	14,4	56	158	63,1	-46,2	15,5	51	180
Сеймчан	54,9	-37,0	15,9	131	165	55,3	-36,5	17,1	136	208
Сусуман	54,2	-37,3	14,0	65	217	54,2	-37,4	15,2	74	233
Магадан*	30,4	-16,5	11,4	192	334	30,5	-15,8	12,4	223	409
Охотск*	35,8	-20,9	12,4	135	338	35,3	-20,1	13,1	148	432

Примечание. * – метеостанции, расположенные на морском побережье; ** – амплитуда не является суммой средней январской и июльской температур, а результатом расчета среднего минимума и максимума самых холодных и теплых месяцев года. К таким месяцам могут относиться и другие зимние (февраль, декабрь) или летние (июнь, август) месяцы, для которых были зафиксированы минимальные и максимальные значения температур.

Анализ климатических норм, отраженных в таблице 2, показывает многолетние результаты для метеостанций, расположенных во внутриконтинентальных районах и на морском побережье. Практически для всех метеостанций, расположенных в континентальных районах, наблюдается незначительный рост годовой амплитуды температуры воздуха между базовым и расчетным периодами. Максимальное значение роста зафиксировано для Оймякона (+1,1 °C). Неизменным это значение осталось в Сусумане – -54,2 °C, а незначительное снижение амплитуды произошло только на одной метеостанции – Марково (-0,3 °C). При этом среднеянварские температуры показали разнонаправленную динамику, от повышения температуры – Чокурдах (+1 °C) – до понижения январских значений – Марково (-0,6 °C) и Оймякон (-0,3 °C). Среднеиюльские температуры на всех внутриконтинентальных метеостанциях показали рост средних значений для расчетного периода относительно базового. Так, максимальный рост июльской температуры для расчетного периода был зафиксирован сразу на трех метеостанциях – Сеймчан (+1,2 °C), Сусуман (+1,2 °C) и Оймякон (+1,1 °C). То есть лето стало теплее во внутриконтинентальных районах Северо-Востока России, а зимние температуры показали разнонаправленную динамику.



На метеостанциях, расположенных на морском побережье, наблюдается следующая ситуация. Так, годовая амплитуда температур воздуха увеличилась на трех из шести метеостанциях – Тикси (+0,9°C), Анадырь (+0,3°C) и Магадан (+0,1°C). Максимальное снижение амплитуды зафиксировано в Эгвекиноте (-1,3°C). Рост значений среднеянварских температур был отмечен для всех метеостанций, кроме Анадыря (-0,3°C). При этом максимальное значение роста среднеянварских температур характерно для Тикси (+2,2°C). Средняя температура июля выросла на всех метеостанциях с максимальными значениями, зафиксированными в Тикси (+1,3°C) и Анадыре (+1,2°C). То есть и лето, и зима стали незначительно теплее на побережье Северо-Востока.

Таким образом, рост годовой амплитуды температур, характерный для большинства метеостанций, является результатом повышения летних (среднеиюльских) температур при незначительных изменениях зимних (среднеянварских) температур, которые показали меньшие значения изменений относительно летних. Зимы сохранили свою «суровость», но лето стало теплее на всей территории Северо-Востока России, что подтвердили данные по четырнадцати метеостанциям.

Неоднозначная ситуация складывается при анализе суммы зимних и летних осадков. Выявить какую-либо закономерность в изменении количества осадков достаточно сложно как для метеостанций, расположенных на морском побережье, так и в глубине континента. Для многих метеостанций характерна разнонаправленная динамика. Так, для большей части метеостанций, расположенных на побережье, и некоторых внутриконтинентальных характерно увеличение количества осадков, выпавших в зимний период времени, а для метеостанций, расположенных в глубине континента, – в летний период времени.

На основании климатических показателей (норм) для двух временных периодов были проведены расчеты индексов континентальности климата по методике В.П. Хромова (K_{xp}) и общей годовой континентальности (K_t) за период с 1970 по 2023 г. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Итоговые индексы континентальности по С.П. Хромову
и общей континентальности на территории Северо-Востока России**

Метеостанция	1970–2000				2001–2023			
	K_{xp}	Индекс сезонной континентальности		K_t	K_{xp}	Индекс сезонной континентальности		K_t
		K_w	K_s			K_w	K_s	
Тикси*	87,38	1,76	4,78	6,54	87,65	2,03	4,89	6,92
Чокурдах	88,76	2,66	6,12	8,78	88,93	4,31	5,35	9,66
Верхоянск	92,01	3,39	10,28	13,67	92,08	3,09	10,91	14,00
Среднеколымск	90,28	2,91	5,61	8,52	90,43	2,38	4,80	7,18
Эгвекинот*	84,50	0,72	1,88	2,60	83,84	0,76	1,57	2,33
Уэлен*	83,86	1,61	2,54	4,15	83,20	2,16	3,56	5,72
Зырянка	90,75	2,52	5,39	7,91	90,88	1,80	4,37	6,17



Метеостанция	1970–2000				2001–2023			
	K _{xp}	Индекс сезонной континентальности		K _t	K _{xp}	Индекс сезонной континентальности		K _t
		K _w	K _s			K _w	K _s	
Анадырь*	86,73	2,14	2,39	4,53	86,84	2,32	2,03	4,35
Марково	89,08	1,61	2,63	4,24	89,01	1,58	2,29	3,87
Оймякон	92,21	2,52	9,43	11,95	92,34	2,20	10,32	12,52
Сеймчан	91,25	2,47	4,10	6,57	91,31	1,29	3,94	5,23
Сусуман	91,14	1,64	7,99	9,63	91,13	1,55	7,05	8,60
Магадан*	84,68	0,68	2,38	3,06	84,73	0,46	2,00	2,46
Охотск*	87,02	0,72	3,62	4,34	86,84	0,43	3,27	3,70

Примечание. * – метеостанции, расположенные на морском побережье.

Анализ итоговых индексов, рассчитанных по методике С.П. Хромова, показывает, что континентальность климата в расчетном периоде относительно базового продемонстрировала незначительный рост на девяти метеостанциях. Максимальный рост индекса наблюдался в Тикси (+0,27%), Чокурдахе (+0,17%) и Среднеколымске (+0,15%). При этом на пяти метеостанциях значения индекса снизились, больше всего в Эгвекиноте и Уэлене (–0,66%). В Сусумане это значение практически не изменилось. Следует отметить, что показатель индекса континентальности С.П. Хромова рассчитывается на основании годовой амплитуды температуры воздуха и географической широты места. Можно с уверенностью сказать, что влияние континентов на формирование доли годовой амплитуды температуры для этих метеостанций остается крайне высоким с тенденцией незначительно роста в расчетном периоде, в частности для внутриконтинентальных районов. Для шести метеостанций этот показатель превышает 90%, что считается одним из самых высоких показателей в мире. Даже для метеостанций, расположенных на морском побережье, минимальные значения индекса континентальности превышают 83% (Уэлен, Эгвекинот). В целом, если сравнивать усредненные значения индекса континентальности базового (88,55%) и расчетного периодов (88,52%), можно сделать вывод о том, что эти значения на территории Северо-Востока России практически не изменились, с минимальной тенденцией в сторону его ослабления.

Анализ индексов общей континентальности за исследуемый период позволяет сделать вывод о том, что эти значения снизились для большинства метеостанций в расчетном периоде. Причем снижение зафиксировано как для летних, так и для зимних значений индекса. Для меньшего числа метеостанций отмечается рост континентальности, обусловленный рядом причин. Следует отметить, что показатель индекса общей континентальности рассчитывается на основании средних температур января и июля, а также сумм сезонных осадков. Это



предполагает его нарастание в континентальных областях и снижение при приближении к океану. Наибольшее ослабление было отмечено для Зырянки (-1,74), Сеймчана и Среднеколымска (-1,34). Максимальное значение роста индекса было зафиксировано для Уэлена (+1,55) и Чокурдаха (+0,88). Ослабление континентальности существенно заметно при движении на юг и восток к морскому побережью (за исключением Уэлена), а нарастание — при движении на запад и север. При этом максимальные значения индекса и в базовом, и в расчетном периодах сохраняются для Верхоянска (13,67–14,00) и Оймякона (11,95–12,52). Данная закономерность во многом прослеживается и для индекса С. П. Хромова. В целом, если сравнивать усредненные значения индекса общей континентальности базового (6,89%) и расчетного периодов (6,62%), можно сделать вывод о том, что эти значения на территории Северо-Востока России незначительно изменились в сторону их снижения. Аналогичная тенденция отмечается и в изменении индекса континентальности климата, рассчитанного по методике С. П. Хромова.

Заключение

Анализ индекса континентальности климата на территории Северо-Востока России позволяет сделать следующие краткие выводы.

Во-первых, планетарное изменение климата, оказавшее существенное влияние на отдельные регионы Земли, в меньшей степени затронуло самую холодную территорию России — Северо-Восток и в особенности ее внутриконтинентальные районы. Анализ индексов, рассчитанных по двум методикам за базовый и расчетный периоды, показывает различную динамику по метеостанциям, расположенным в глубине континентов и на морском побережье.

Во-вторых, анализ отдельных климатических показателей (норм) базового и расчетного периодов позволяет отметить рост годовой амплитуды температуры воздуха на некоторых метеостанциях, который является результатом повышения летних температур и минимального изменения зимних температур. Лето стало значительно теплее во внутриконтинентальных районах Северо-Востока России, а зимние температуры показали минимальную или разнонаправленную динамику. Для отдельных метеостанций отмечается одновременное снижение средних зимних и рост средних летних температур, что также приводит к росту годовой амплитуды температуры воздуха. Рост годовой амплитуды способствует повышению индекса континентальности.

В-третьих, оценка индекса общей континентальности позволяет сделать вывод о его снижении в расчетном периоде на большей части метеостанций, расположенных на территории Северо-Востока России. Ослабление континентальности климата отмечается при движении на юг и восток и связано с увеличением значений средних температур. На других метеостанциях отмечается рост значения индекса континентальности, вызванный одновременным повышением среднеиюльских температур и снижением или несущественным ростом среднеянварских.

Список литературы

1. *Аблова И.М.* Оценка индекса континентальности Западной Сибири на фоне регионального изменения климата // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер.: Науки о Земле. 2023. Т. 23, вып. 2. С. 76–79. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2023-23-2-76-79>.

2. *Аблова И.М.* Расчет континентальности климата Западной Сибири по данным сезонных осадков // Использование и охрана природных ресурсов России. 2021. №2. С. 61–64.

3. *Андрейчик М.Ф., Монгуш Л.Д.-Н.* Исследование индекса континентальности на фоне потепления климата в Хемчикской котловине Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2013. №7. С. 146–151.

4. *Бедрицкий А.И., Куропан С.А., Вильфанд Р.М., Дмитриева В.А.* Стратегические направления обеспечения экологической и гидрометеорологической безопасности России в условиях современных климатических изменений // Вестник ВГУ. Сер.: География. Геоэкология. 2019. №4. С. 5–14. <https://doi.org/10.17308/geo.2019.4/2706t>.

5. *Киреева-Гененко И.А., Новикова Е.П., Чумейкина А.С.* Анализ и оценка индекса континентальности климата в Центрально-Черноземном районе за последние 30 лет // Успехи современного естествознания. 2017. №7. С. 76–80.

6. *Кузнецова Э.А.* Изучение континентальности климата территории Сибири // Современные проблемы географии и геологии: к 100-летию открытия естественного отделения в Томском государственном университете : матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. Т. 1. Томск, 2017. С. 287–289.

7. *Кузнецова Э.А., Соколов С.Н.* Гидрология, метеорология и климатология: климатические расчеты : учебю пособие. Нижневартовск, 2019.

8. *Лапина С.Н.* Характеристика континентальности климата Саратова и Санкт-Петербурга на фоне глобального потепления // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 4. С. 219–221.

9. *Михайлов В.А.* Анализ континентальности климата Крымского полуострова с помощью ГИС // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії : зб. наукових праць. Харків, 2014. Вип. 19. С. 72–76.

10. *Мезенцева Л.И., Федулов А.С.* Климатические тенденции атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке // Известия КГТУ. 2017. №46. С. 175–183.

11. *Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К.* Об изменении степени континентальности климата в степной зоне России // Степи Северной Евразии : матер. IX Междунар. степного форума Русского географического общества. Оренбург, 2021. С. 575–579.

12. *Ормели Е.И.* Оценка степени континентальности климата Саратовской области в начале XXI века // Вестник Удмуртского университета. Сер.: Биология. Науки о Земле. 2022. Т. 32, вып. 4. С. 476–484.

13. *Пряхина С.И., Ормели Е.И.* Расчет индексов континентальности климата для Среднего и Нижнего Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 1. С. 17–19.

14. *Соколов С.Н., Кузнецова Э.А.* Континентальность климата Сибирского региона // Вестник ВГУ. Сер.: География. Геоэкология. 2020. №4. С. 44–52.

15. *Сточкунте Ю.В.* Изменение климата на Северо-Востоке России за последние десятилетия : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Казань, 2022.

16. *Харламова Н.Ф.* Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского края. Барнаул, 2013.

17. *Хромов С.П.* Метеорология и климатология, развитие науки, географические факторы климата. Тепловой режим атмосферы. Индексы континентальности. Л., 1978.

18. *Швер Ц.А.* Атмосферные осадки на территории СССР. Л., 1976.



Об авторе

Дмитрий Анатольевич Котляров — канд. геогр. наук, доц., Северо-Восточный государственный университет, Россия.

E-mail: svms@sapo.pt

D. A. Kotlyarov

AN ANALYSIS OF CLIMATE CONTINENTALITY INDEX FOR RUSSIA'S NORTH-EAST

North-Eastern State University, Magadan, Russia

Received 12 January 2024

Accepted 15 February 2024

doi: 10.5922/gikbfu-2024-1-6

103

To cite this article: Kotlyarov D.A., 2024, An analysis of climate continentality index for Russia's North-East, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №1. P. 92–103. doi: 10.5922/gikbfu-2024-1-6.

Analysis of climate continentality is a powerful tool for studying and forecasting weather. Considering the continentality index enables determining current climate characteristics and predicting potential changes. This study aims to assess climate change in Russia's North-East by analysing the continentality index as a complex integral indicator of these changes applicable to vast territories.

Although there are many methods for assessing climate continentality, there is no universal methodology. It is proposed in this contribution to employ two of the existing techniques. The first focuses on the area's annual temperature amplitude and geographic latitude. The second involves a calculation of the index based on average January and July temperatures, the sum of seasonal precipitation and the area's latitude. An analysis of the index values of the base and calculation periods leads one to conclude that these values do not change significantly towards either weaker or stronger continentality across the study area.

Keywords: continentality index, climate change, North-East Russia

The author

Dr Dmitry A. Kotlyarov, Associate Professor, North-Eastern State University, Russia.

E-mail: svms@sapo.pt