

УДК 551.585.5 "312/313" (574-12)

РЕАЛЬНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

А. В. Белый

Рассмотрена континентальность как одна из важнейших характеристик климата. Проанализированы тенденции индекса континентальности и годового размаха колебаний температуры воздуха, исследована их корреляционная зависимость с тремя типами атмосферной циркуляции, количеством осадков и скоростью ветра. Приведены оценки влияния изменений континентальности климата на состояние природной среды.

Континентальность - одна из важнейших характеристик климата, представляющая собой совокупность характерных его особенностей, обусловленных воздействиями материка на процессы климатообразования, а именно: увеличенные по сравнению с приморскими районами годовой и суточный размах колебаний температуры воздуха, пониженная относительная влажность и облачность в летний период и в дневное время, непостоянство в выпадении осадков, общее их уменьшение и пр. В связи с потеплением климата на земном шаре, поднимается вопрос об изменении его континентальности в различных районах планеты. Решение данного вопроса имеет не только научно-познавательный, но и практический интерес. Изменение этой величины во времени позволит судить о процессах климатообразования, что, в свою очередь, важно для оценки экологических условий и процессов, протекающих в том или ином районе. Сведения о континентальности необходимы для характеристики климата, его классификации по регионам, они могут быть полезны и для составления различного вида прогнозов.

Территория Юго-Восточного Казахстана характеризуется сложным орографическим строением и в ее пределах расположены практически все ландшафтные и природно-климатические зоны. Особенно четко зональность проявляется в Алматинской области, где, к тому же, развита система наблюдений - метеорологические станции и посты расположены довольно плотно, что создает необходимую базу исходных данных для проведения исследований. Таким образом, данная территория представляет собой методологическую ценность в

плане исследований способов оптимальной оценки континентальности климата и анализа его временного хода. Статья посвящена продолжению исследований автора [2] в этом направлении.

Для числовой характеристики континентальности климата существует ряд формул, в основу которых положена та или иная функция от годового размаха колебаний температуры воздуха. По мнению исследователей [4], для определения степени континентальности климата в условиях Казахстана, наиболее удобна формула В. Горчинского, которая весьма чувствительна к незначительным изменениям температуры воздуха и имеет вид

$$K = \frac{1,7 A}{\sin \varphi} - 20,4,$$

где K - индекс континентальности климата, %, A - годовой размах колебаний температуры воздуха, $^{\circ}\text{C}$, φ - географическая широта места, градус.

Как и следовало ожидать, в Алматинской области континентальность климата возрастает от гор Тянь-Шаня в направлении оз. Балхаш (K от 56 до 70 % и более). В горных районах области климат заметно смягчается. Так, на северном склоне хребта Заилийский Алатау степень континентальности климата изменяется от 56 % на высоте 847 м до 28 % в зоне альпийских лугов (≈ 3017 м), а в зоне горного оледенения - до 22-24 %. Принимая во внимание градации континентальности климата, можно отметить, что он на большей части территории в целом континентальный (50,1 - 70,0 %). На севере области, в районе оз. Балхаш, он принимает черты резко континентального, K - свыше 70 %. На юге области, с увеличением абсолютной высоты в горах, климат становится умеренно континентальным (30,1-50,0 %), а на больших высотах сменяется чертами морского умеренного (20,1-30,0 %). В основе этих градаций также лежат значения годового размаха колебаний температуры воздуха, которые увеличиваются при движении от горных районов юга области на север - в район оз. Балхаш от 21-27 до 45-55 $^{\circ}\text{C}$.

В [2] проведен анализ различных индексов континентальности климата, который показал пригодность формулы В. Горчинского для целей наших исследований, а именно, изучения временного хода рассматриваемой величины. Проанализировав многолетний ход рассчитанных значений индекса континентальности климата, была выявлена тенденция ее уменьшения по М Алматы, ОГМС за период 1921-1995 гг. Так как годовой размах колебаний температуры воздуха лежит в основе индекса континентальности, а также является одним из главных показателей степени континентальности, автором работы выяснена тенденция ее изменения по М Алматы, ОГМС за этот же

период. Изменения индекса континентальности повторяются ходом годового размаха колебаний температуры воздуха, а тренды их совпадают. Исходя из этого, нами предлагается рассматривать в качестве основного показателя изменения континентальности климата именно годовой размах колебаний температуры воздуха, значения которого взяты за многолетний период вначале по М Алматы, ОГМС, а затем и по другим метеостанциям области. Выяснилось, что наиболее частые отклонения от средних значений годового размаха колебаний температуры воздуха наблюдались на М Алматы, ОГМС в промежутках: положительные - 1930-1938, 1946-1959, 1971-1980 гг., отрицательные - 1938-1945, 1960-1970 и 1981-1995 гг. Последние тридцать лет характеризуются наличием отрицательной тенденции годового размаха колебаний температуры воздуха - за весь период рассчитан статистически значимый отрицательный линейный тренд.

Таким же образом проанализированы многолетние изменения среднего годового размаха колебаний температуры воздуха и по М Усть-Горельник, Мынжилки, Баканас, Есик, Нарынкол, Большое Алматинское Озеро и Каменское Плато, расположенным в разных природно-климатических зонах. Для названных метеорологических станций характерно наличие отрицательного тренда после 1970 года. Причем, на высотных М Мынжилки, Большое Алматинское Озеро и Каменское Плато уменьшение рассматриваемой величины прослеживается только с 1973-1975 гг., т.е. несколько сдвинуто по сравнению с метеостанциями, расположенными на равнине и в предгорьях. Возможно, это может объясняться затухающими колебаниями показателя из-за разницы физико-географических условий равнинной и горной территорий. Можно полагать, что существует некоторое запаздывание в процессах, протекающих в горных районах, по сравнению с равнинными. Замечено также, что на всех рассмотренных метеостанциях в период 1984-1985 гг. наблюдаются наибольшие за весь период наблюдений отклонения рассматриваемого показателя в сторону его увеличения.

В таблице приведены знаки среднего годового прироста годового размаха колебаний температуры воздуха по десятилетиям, полученные в результате расчетов и анализа линейных трендов на различных метеостанциях области. Проверка статистической достоверности полученных результатов осуществлялась с помощью t -критерия Стьюдента, равного отношению величины среднего годового прироста к его статистической ошибке. В расчет принимались данные на 5 % - ном уровне значимости с числом степеней свободы $n-1$, если $t \geq t_{st}$. Как можно видеть (см. табл.), изменения среднего годового размаха колебаний температуры воздуха по отдельным станциям довольно хорошо согласуются между собой. Практически повсеместно периоды 1956-1965, 1976-1985 и 1986-1995 гг. характеризовались

уменьшением рассматриваемой величины. В остальное время либо происходил ее рост, либо не было существенного изменения. Последнее особенно присуще высотным метеорологическим станциям, на которых за последние два десятилетия статистически значимых изменений не произошло. По-видимому, это связано с теми же причинами, о которых говорилось выше.

Таблица

Знаки тенденций среднего годового размаха колебаний температуры воздуха по десятилетиям на 5-% уровне значимости

Метеостанция	1936- 1975 гг.	1946- 1955 гг.	1956- 1965 гг.	1966- 1975 гг.	1976- 1985 гг.	1986- 1995 гг.
Алматы, ОГМС	+	-	-	+	-	-
Есик	+	-	-	+	-	-
Усть-Горельник	+		-	+		
Баканас	+	+	-	+	-	-
Нарынкол			-	+	-	-
Каменское Плато			+	+	-	-
Мынжилки	+	+	-	+	-	
Большое Алматинское						
Озеро	+	+	-	+	-	

Следует отметить, что континентальность климата определяется также интенсивностью адвекции воздушных масс с океана [5]. Она тем меньше, чем интенсивнее эти потоки и чем чаще они приходят на материк. Исходя из этого можно полагать, что в последнее время на рассматриваемой территории увеличивается повторяемость поступления морских воздушных масс и возрастает количество выпадающих осадков. Для подтверждения этого факта рассматривались совместно многолетние временные ряды годовых сумм осадков и среднего годового размаха колебаний температуры воздуха по метеостанциям Алматинской области. На рис. 1 представлены графики фактических значений рассматриваемых величин и десятилетних скользящих средних за период 1936-1995 гг. на М Нарынкол. Прослеживается зависимость изменения значений годового размаха колебаний температуры воздуха и количества выпадающих осадков (см. рис. 1). Наименьшим значениям годового размаха колебаний соответствуют, как правило, наибольшие значения выпадающих осадков. Примерно такая же тенденция характерна и для других рассмотренных метеостанций.

Еще одним фактором, влияющим на качественную характеристику континентальности климата, может быть ветровой режим.

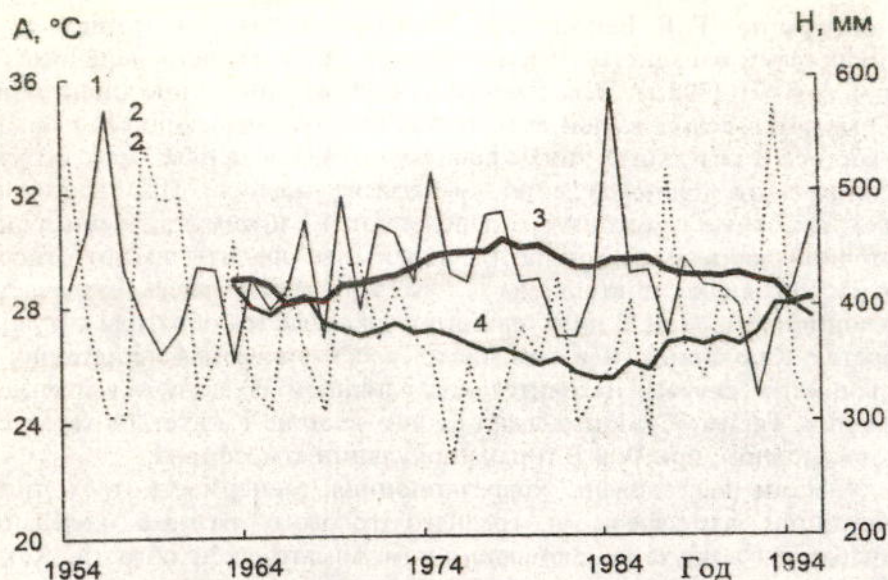


Рис. 1. Многолетний ход годового размаха колебаний температуры воздуха (A , °C) - 1, среднего годового количества осадков (H , мм) - 2 и их десятилетние скользящие средние - 3, 4 по данным М Нарынкол

С увеличением континентальности, как правило, скорость ветра уменьшается, увеличивается повторяемость штелей. Проанализирована средняя годовая скорость ветра по метеостанциям Алматинской области за тридцатилетний период. По данным [3], на территории наблюдаются отрицательные долгопериодные тенденции в изменении рассматриваемой величины. Так, для М Каменское Плато характерно наибольшее уменьшение средней годовой скорости ветра (минус 0,04 м/с в год). При более детальном анализе временных рядов по ветру выяснилось, что за последние 10-15 лет на рассматриваемых метеостанциях выявляются положительные тренды в изменении этой характеристики. Такие тенденции отмечены на всех метеорологических станциях, за исключением Мынжилки и Усть-Горельник, расположенных в горных районах.

Таким образом, материалы, представленные выше, констатируют наличие факта уменьшения континентальности климата на рассматриваемой территории в последние годы. Одной из причин этого может быть изменение циркуляции атмосферы. Автором работы рассмотрены макросиноптические процессы в северном полушарии. Для этого был проанализирован временной ход трех типов циркуляции

атмосферы по Г. Я. Вангенгейму. За основу взяты данные числа суток с процессами западного (W), восточного (E) и меридионального (C) типов за 1891-1995 гг. Как известно, при западном типе циркуляции наблюдаются волны малой амплитуды, быстро смещающиеся с запада на восток. В результате этого происходит вынос теплых масс воздуха океанического происхождения, выпадение осадков. При восточном типе высотные ложбины располагаются преимущественно над восточной частью Казахстана, где приземные фронты имеют относительно большую повторяемость, в это время здесь отмечается циклоничность. При C циркуляции прослеживается обратная ситуация - восток Казахстана, и в том числе, рассматриваемая территория, в большинстве случаев находится под влиянием области повышенного давления. Таким образом, осадки на юго-востоке Казахстана характерны, в основном, при W и E типах циркуляции атмосферы.

Нами исследована корреляционная зависимость трех типов циркуляции атмосферы и среднего годового размаха колебаний температуры воздуха по метеостанциям Алматинской области. Как и следовало ожидать, значимые на 5 % - ном уровне отрицательные связи выявлены для типов W и E, а прямая связь прослеживается по некоторым станциям в случае с меридиональной циркуляцией. На рис. 2 показан график многолетнего хода числа суток с западной формой циркуляции атмосферы и среднего годового размаха колебаний температуры воздуха по М Алматы, ОГМС. Как видно (см. рис. 2), последние 20 лет характеризуются значительным увеличением повторяемости W циркуляции и снижением среднего годового размаха колебаний температуры воздуха, что проиллюстрировано линейными трендами *a* и *б*.

Также проанализирован многолетний ход повторяемости двух других типов циркуляции, что позволяет сделать вывод об увеличении в последнее время таких форм циркуляции, при которых возрастает адвекция морских воздушных масс, что приводит к уменьшению континентальности климата.

Таким образом, рассмотренные материалы позволяют сделать выводы о континентальности климата юго-востока Казахстана, которая, прежде всего, не остается постоянной, а изменяется во времени, что связано с общими колебаниями процессов климатообразования. В целом, с большой долей вероятности, возможно определить тенденции в изменении этой величины. Выявленные изменения значений годового размаха колебаний температуры воздуха, а также данные по осадкам и ветру позволяют констатировать уменьшение в последнее время континентальности климата рассматриваемой территории. При условии сохранения этой тенденции, данное обстоятельство может явиться одной из положительных черт современного изменения климата для природной среды, окружающей человека.

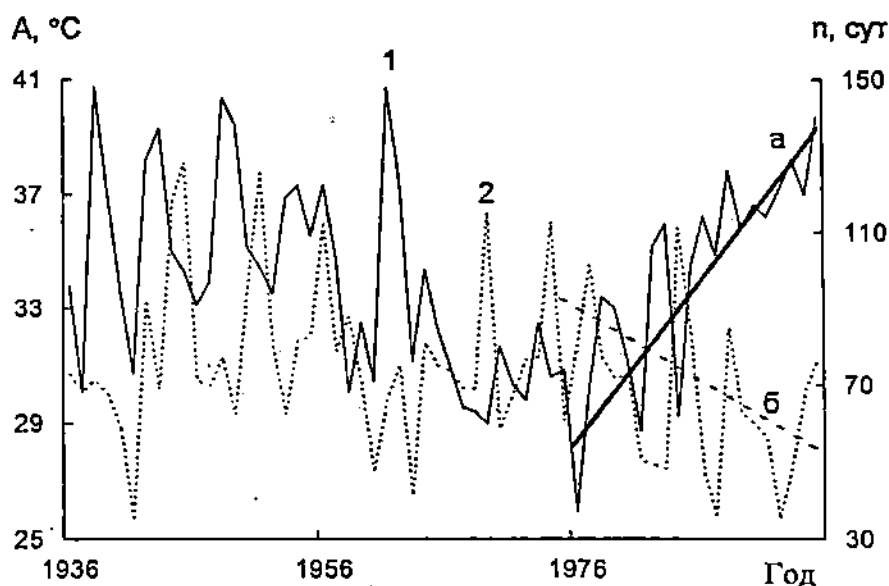


Рис. 2. Многолетний ход числа суток (n , сут) с типом циркуляции W (1) и среднего годового размаха колебаний температуры воздуха (A , $^{\circ}\text{C}$) - 2 по данным М Алматы, ОГМС и их линейные тренды - а, б за последнее двадцатилетие

Так, для состояния чистоты атмосферы в городах и населенных пунктах, уменьшение континентальности климата может означать увеличение повторяемости процессов, способствующих рассеиванию вредных примесей, а именно: возрастание скорости ветра, количества осадков и пр., на что указывается в работах [6, 8, 9].

В [1] рассмотрена зависимость некоторых из этих изменений с качеством атмосферного воздуха в городах Алматы и Капшагай. Так, увеличение за последние шесть лет концентраций пыли, SO_2 , CO и NO_2 в воздушном бассейне Капшагай может быть связано с ростом повторяемости слабых ветров, штилей, уменьшением количества выпадающих осадков. В то же время, отсутствие статистически достоверных тенденций в рядах значений концентраций газообразных примесей по г. Алматы при значительном увеличении выбросов от автотранспорта, свидетельствует о некотором улучшении условий самоочищения атмосферы в предгорной зоне, а именно: возрастании скорости наблюдаемых ветров, повторяемости выпадающих осадков, снижении частоты явлений застоя воздуха, т.е. об уменьшении континентальности климата.

Исходя из этого можно полагать, что дающаяся в последнее время исключительно негативная оценка глобального потепления

климата и его последствий [7, 10], очевидно, справедлива не для всех регионов, что подтверждается нашими исследованиями об уменьшении континентальности климата территории, расположенной в центре материка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейсенова А.С., Белый А.В. Об уровне и тенденциях загрязнения воздуха городов Алматы и Капчагай // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 1. - С. 135-153.
2. Белый А.В. О тенденциях изменения континентальности климата Алматинской области // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 2. - С. 101-112.
3. Белый А.В. О тенденциях изменения ветрового режима Алматинской области и его влиянии на загрязнение атмосферы // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 4. - С. 141-156.
4. Вилесов В.Н., Уваров В.Н., Гужавина Е.А. К характеристике континентальности климата Казахстана // Вопросы гидрологии орошаемых земель. Казахстана. - Алма-Ата, КазГУ, 1986. - С. 44-54.
5. Климатология / О.А. Дроздов, В.А. Васильев, Н.В. Кобыщева и др. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 568 с.
6. Devara P., Raj P., Sharma S. Lidar - observed long-term variation in urban aerosol characteristics and their conection with meteorological parameters // Int. J. Climstol. - 1994. - № 14. - P. 581-591.
7. Long-term climate monitoring by the global climate observing systems (GCOS): [Pap.] Meet "Long-Term. Clim. Monit. Glob. Clim. Obsery. Syst.", Asheville, N.C., fan. 9-11, 1995 / T. Karl, F. Breserton, W. Easterling and others // Clim. change. - 1995. - Vol. 31, № 2-4. - P. 231-245.
8. Matzuer E., Meiwes K. Long - term development of ebueent fluxes with bulk precipitation and throughfall in two german forests: Pap. Symp. Minimizing Agr. Nonpoint - Source Impacts. ASA Annu. Meet., Miniapolis, Minn., 2 Nov., 1992 // J. Environ. Qual. - 1994. - Vol. 23, № 1. - P. 162-166.
9. Niccum E., Lehrman., Knuth W. The influence of meteorology on the air quality in the southwestern San Joaquin Valley region for 3-6 August 1990 // J. Appl. Met. - 1995. - Vol. 34, № 8. - P. 1834-1847.
10. Powentry P.R., Murphy J.M., Mitchell J.F. Climate change and future rainfall predictions // J. Inst. Water and Environ. - 1993. - Vol. 7, № 5. - P. 467-470.

Алматинский Государственный Университет им. Абая

ОҢТҮСТІК - ШЫҒЫСТА КЛИМАТ КОНТИНЕНТАЛЬДЫҒЫНЫҢ НАҚТЫЛЫ ӨЗГЕРУІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЗАРДАБЫ

А.В. Белый

Континентальдық - климаттың ең бір маңызды көрсеткіші ретінде қаралады. Континентальдық индекстің өзгеру бағыты және ауа температурасының жылдық тербелу шегі талданылды, олардың үш типтік атмосфералық айналыммен, желдің жылдамдығы және жауын-шашынның мөлшерлерімен корреляциялық байланыстары зерттелді. Табиғи орта жағдайына климат континентальдығы өзгерісінің әсеріне баға келтірілді.