СТАТЬИ

УДК 911.2:551.5:632.116(470.65)

ДИНАМИКА ОСАДКОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ ПО ПЕРИОДАМ ВСЕМИРНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (ВМО) НА МЕТЕОСТАНЦИИ «МОЗДОК»

¹Айларов А.Е., ²Тебиева Д.И., ³Добронос В.В.¹Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – Владикавказский научный центр РАН, Владикавказ, e-mail: ailarov@bk.ru;²ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова», Владикавказ, e-mail: d_tebieva@mail.ru;³ФГБУ «Национальный парк «Алания», Владикавказ, e-mail: dobronosov@mail.ru

В статье устраняется пробел в анализе осадков по месячным, сезонным и годичным интервалам 1961–2017 гг. на метеостанции (м/с) «Моздок»: зона сухих степей Центрального Предкавказья (Юг Европейской части России), 136 м н.у.м., индекс Всемирной метеорологической организации (ВМО) 37145. В зоне действия м/с «Моздок» находятся сельскохозяйственные земли, используемые в основном для земледелия. Представлены результаты по многолетним нормам осадков стандартного периода 1961–1990 гг. С рассчитанными нормами сравнивается постбазовый (1991–2017 гг.) период ВМО для месячных, сезонных и годовых интервалов в условиях роста сумм активных температур, индекса континентальности климата и дефицита осадков за период вегетации. Средствами статистического анализа данных постбазового периода определены основные тенденции в изменчивости осадков: критерий Кокса – Стюарта с учетом взвешенной скользящей средней для трехлетнего шага, метод наименьших квадратов (МНК) и критерий Аббе – Линника. Показана относительная нестабильность периодов ВМО по значениям коэффициента вариации (CV): изменяется от 0,0 до 6,7 (за счет зимних месяцев и марта). Значения $\hat{z}_{\text{факт}}$ критерия Кокса – Стюарта подтвердили отсутствие трендов (за исключением июля, ноября и декабря), что соответствовало величинам МНК. При высоком значении CV и низком $\hat{z}_{\text{факт}}$ характер тенденции уточнялся МНК и Аббе – Линником. С использованием указанного инструментария установлено отсутствие трендов у большинства анализируемых временных интервалов постбазового периода ВМО (за исключением августа, ноября и теплого периода). Выявлено, что в условиях роста температур в климатической системе происходит межсезонное перераспределение осадков: нарастание недостатка в летний период и рост осадков осенью.

Ключевые слова: климатическая норма, стандартный период, постбазовый период ВМО, взвешенные скользящие средние, тренд, критерий Кокса – Стюарта, метод наименьших квадратов (МНК), критерий Аббе – Линника

PRECIPITATION DYNAMICS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF DRY STEPPE ZONE IN CENTRAL CISCAUCASIA REGION DURING WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION PERIODS AT THE «MOZDOK» METEOROLOGICAL STATION

¹Aylarov A.E., ²Tebieva D.I., ³Dobronosov V.V.¹North Caucasian research institute of mountain and foothill agriculture – the Vladikavkaz scientific center RAS, Vladikavkaz, e-mail: ailarov@bk.ru;²North Ossetian State University of K.L. Khetagurov, Vladikavkaz, e-mail: d_tebieva@mail.ru;³Federal State Budgetary Institution National Park Alania, Vladikavkaz, e-mail: dobronosov@mail.ru

In article the lack in the analysis of long-term ranks of monthly, seasonal and annual rainfall (1961–2017) on the meteorological station (m/s) Mozdok: 136 m above sea level, index of the World Meteorological Organization (WMO) 37145. The modern data on the calculated climatic normals basic are provided to 1961–1990 and changes of nature of humidification post-basic the WMO periods of 1991–2017. Results are received based on statistical methods of the analysis of long-term ranks of dynamics. At identification of trends in changes of rainfall Cox-Stuart's criterion taking into account, weighted moving average for a three-year step, the method of ordinary least squares (OLS) and criterion to Abbe-Linnik was used. The relative instability of the periods of World Meteorological Organization on values of a coefficient of variation (CV) is shown: changed from 0 to 6,7. Values $\hat{z}$ Cox-Stuart's criterion confirmed lack of trends (except for July, November and December) that corresponded to OLS values. At high value CV and low value $\hat{z}_{\text{факт}}$ the nature of a trend was specified to OLS and Abbe-Linnik. With use of the specified tools the lack of trends at the majority of the analyzed time frames of a period of WMO 1991–2017 is determined (except for August, November and the warm period). It is revealed that in the conditions of body height of temperatures in a climatic system there is an intra annual redistribution of rainfall between seasons: increase of deficiency of humidification during the summer period and body height of rainfall in the fall.

Keywords: climatic normal, standard period, post-basic period WMO, weighted moving averages (WMA), trend, Cox-Stuart's criterion, ordinary least squares (OLS), criterion to Abbe-Linnik

Для сухостепной зоны Юга Европейской России по м/с Моздок отсутствует анализ массива данных осадков за постбазовый

период ВМО (1991–2017 гг.), как и рассчитанных климатических норм стандартного периода ВМО 1961–1990 гг. Вследствие

этого мы не имеем объективной картины изменений в динамике осадков на м/с «Моздок» (индекс ВМО 37145, 136 м н.у.м.) и их агроклиматической оценки.

Цель исследования: устранить отсутствие анализа для месячных, сезонных и годовых рядов осадков по м/с «Моздок» за временной интервал 1961–2017 гг. (1961–1990, 1991–2017) на основе статистических методов исследования массива метеоданных и выявления новых агроклиматических параметров изучаемой территории.

Материалы и методы исследования

При выполнении работы задействован статистический инструментальный анализ и оценки режима осадков за многолетний период, применяемый в метеорологии и климатологии.

Общие и специальные вопросы статистики по рядам динамики изложены в работах И.И. Елисеевой, И.И. Егоровой и др. [1], А.Н. Кобзаря [2], Б.Б. Лемешко и др. [3]. Среди зарубежных авторов специальные вопросы статистики раскрыты в работе Л. Закса [4], методологии климатической статистики – в изданиях и руководствах Н.А. Дашко [5], ВМО [6–10].

Оценка рисков для сельского хозяйства на Северном Кавказе с учетом роста температур и неоднозначности динамики осадков дана в монографии Отделения сельскохозяйственных наук РАН [11], а также исследованиях Ульяновского НИИ сельского хозяйства [12].

С целью идентификации временного периода, следующего за базовым (1961–1990), и мониторинга изменений климата нами предложено квалифицировать временной интервал начиная с 1991 г. как «постбазовый период ВМО» [13].

Данное понятие естественным образом предполагает рассматривать этот временной отрезок как «постбазовый период ВМО» в русле рекомендаций саммита ВМО в 2014 г. [6, 7].

При выполнении работы использованы массивы данных специализированных интернет-ресурсов [14] и Гидрометцентра Российской Федерации [15].

Обоснованность использования критерия Кокса – Стюарта для выявления трендов по средним величинам с точки зрения мощности и надежности, а также его свойствами быстроты вычислений, оценивается как достаточно высокая, наряду с критерием Аббе – Линника [3, с. 23]. При оценке значений критерия Кокса – Стюарта бралась

величина $\hat{z}_{\text{факт}}$ не менее критической 1,96, статистически подтверждающая наличие / отсутствие тренда для двустороннего табличного значения при 95 % доверительной вероятности и уровне значимости 0,05 [4, с. 355–356].

При сглаживании многолетних рядов динамики применялась взвешенная скользящая средняя (3-летний интервал) с коэффициентами бинома Ньютона (1*2*1) для повышения надежности расчетов по периодам ВМО, так как простые скользящие средние в ряде случаев не дают надежного результата [1, с. 180]. Степень стабильности базового периода ВМО 1961–1990 гг. оценивалась по CV, с которым сопоставлялась динамика постбазового периода ВМО 1991–2017 гг., согласно принятым рекомендациям ВМО [6] и предшествовавшей дискуссией о применимости новых климатических норм и введении скользящего периода ВМО (rolling period) через каждое десятилетие по моделям 30/30 и 30/10 [8–10].

Проведено сопоставление значений $\hat{z}_{\text{факт}}$ критерия Кокса – Стюарта и результатов количественных показателей линейного тренда по методу наименьших квадратов (МНК) и критерию Аббе – Линника [3, 4]. Сравнение показало высокую степень достоверности результатов по установлению трендов для оцениваемых интервалов 1991–2017 гг. Расчеты проведены на основе ППП Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Суммы осадков по месячным интервалам на м/с «Моздок» репрезентируют структурную динамику процесса увлажнения территории, как в течение года, так и стандартных периодов ВМО.

Проведенный анализ цикла осадков, как видно из табл. 1–2, показал их активную изменчивость: снижение в летние месяцы и увеличение в холодный период. Соответственно, определялось наличие/отсутствие трендов.

Для всех периодов ВМО, в том числе вновь принятого за 1981–2010 гг. по модели 30/10 [6, 9], наблюдается неравномерный ход осадков.

Так, например, август 1991–2017 гг., несмотря на положительное значение $\hat{z}_{\text{факт}}$ критерия Кокса – Стюарта (2,32), показывает затухающий тренд отрицательной направленности, поскольку сумма осадков была меньше, чем по стандартному периоду ВМО 1961–1990 на 15 мм. Сложная конфигурация ряда отражается графиком полинома 3 степени.

Таблица 1

Суммы осадков по месяцам на м/с «Моздок» за временные интервалы ВМО*

Месяцы года	Периоды ВМО			Сравнение 1991–2017 с 1961–1990	Месяцы года	Периоды ВМО			Сравнение 1991–2017 с 1961–1990
	1961–1990	1981–2010	1991–2017			1961–1990	1981–2010	1991–2017	
I	24	25	27	3	VII	54	44	46	–8
II	26	24	25	–1	VIII	51	41	36	–15
III	32	29	29	–3	IX	32	36	39	7
IV	38	41	46	8	X	29	34	37	8
V	54	54	53	–1	XI	28	37	32	4
VI	72	68	65	–7	XII	31	30	31	0

Таблица 2

Величины коэффициента вариации (CV), критерия Кокса – Стюарта ($\hat{z}_{\text{факт}}$), эмпирического Аббе – Линника (А-Л) и МНК по месячным показателям осадков по периодам ВМО на м/с «Моздок» (для А-Л: $n = 25$, $q_{\text{крит}} = 0,684$)

Месяцы года	CV		$\hat{z}$		А-Л: эмпир.	МНК – уравнение 1991–2017
	1961–1990	1991–2017	1961–1990	1991–2017		
I	1,0	1,15	1,21	1,63	0,425	$y = 0,5422x + 19,734$, $R^2 = 0,2$
II	1,1	1,81	2,52	0,24	0,390	$y = 0,06x^2 - 1,694x + 33,62$, $R^2 = 0,1$
III	0,9	0,42	–0,55	–1,63	0,587	$y = -0,024x^2 + 0,48x + 27,70$, $R^2 = 0,1$
IV	0,2	0,16	2,52	–0,24	0,347	$y = 0,0047x^3 - 0,2058x^2 + 2,4084x + 23,128$, $R^2 = 0,1$
V	0,1	0,09	–0,55	0,93	0,331	$y = -0,0324x^3 + 1,3391x^2 - 14,372x + 80,432$, $R^2 = 0,4$
VI	0,1	0,07	1,21	0,93	0,132	$y = -0,0265x^3 + 1,0256x^2 - 9,7363x + 77,544$, $R^2 = 0,1433$
VII	0,1	0,05	2,52	0,24	0,492	$y = -0,002x^4 + 0,1023x^3 - 1,629x^2 + 7,7148x + 43,36$, $R^2 = 0,1$
VIII	0,1	0,07	1,21	2,32	0,337	$y = -0,0074x^3 + 0,3279x^2 - 3,7831x + 44,451$, $R^2 = 0,1$
IX	0,1	0,09	1,86	0,93	0,387	$y = 0,0628x^2 - 0,982x + 38,35$, $R^2 = 0,1$
X	0,2	0,13	0,55	1,63	0,504	$y = 25,452x^{0,137}$, $R^2 = 0,1$
XI	0,3	0,6	–1,86	–3,01	0,007	$y = 50,446e^{-0,041x}$, $R^2 = 0,4$
XII	4,4	6,7	–0,1	–0,24	0,667	$y = 29,165x^{1E-05}$, $R^2 = 9E-106$

За период 1991–2017 гг., в сравнении с климатическими нормами 1961–1990 гг., произошли структурные изменения. Из табл. 2 видно, что наблюдаются тенденции, но с разными знаками трендов: отмечены для августа (плюс) и ноября (минус).

Соответственно, критерий Аббе – Линника подтверждает наличие трендов, как и МНК, где использовались различные графики трендов с оптимально возможной аппроксимацией $R^2 = 0,1–0,4$ (табл. 2), в зависимости от характера разброса значений многолетнего ряда осадков на точечной диаграмме.

Основная часть массива данных характеризуется незначительными величинами положительного или отрицательного знака критерия Кокса – Стюарта в интервале 1–8 мм. Однако для оценки хозяйственно важных параметров это весомый фактор, так как в случае недостатка увлажнения

прирост осадков на 1 мм способствует увеличению урожая сельскохозяйственных культур на 10 кормовых единиц в зерновом эквиваленте [12].

Динамика осадков по сезонам года. Осадки по сезонам демонстрируют обобщенные внутригодовые различия при фоновом росте тепловых ресурсов и стабильности суммы осадков за год.

Из табл. 3–4 следует, что, с учетом климатических норм 1961–1990, наблюдается тенденция межсезонного смещения сумм осадков между летом, теплым периодом, с одной стороны (тенденция снижения), весной, осенью и за холодный период – с другой (тенденция роста), за постбазовый период 1991–2017 (табл. 3).

Наибольшие изменения в суммах осадков 1991–2017 гг. отмечены в летние месяцы. Здесь, по сравнению с нормами, их значения снизились на 30 мм, отражением чего

является тренд со знаком минус и сдвиг $\hat{z}_{\text{факт}}$ критерия Кокса – Стюарта с 1,86 до 0,93. Направленность тенденции по Коксу – Стюарту соответствовала значениям МНК (полином 3 степени) и Аббе – Линника.

Осенью зафиксирован максимум прироста осадков в сравнении с 1961–1990 – +19 мм, а также небольшой рост весной – +3 мм. Для осени величина $\hat{z}_{\text{факт}}$ по Коксу-Стюарту равна 0,24 (отсутствие тренда), но с положительным знаком суммы осадков. За холодный период года установлен прирост осадков на 2 мм. По теплому периоду отмечено снижение количества осадков – –9 мм.

Годичный цикл осадков. Осадки по оцениваемым периодам ВМО отражают временную стабильность в пределах 464–471 мм. Снижение годичных сумм осадков

на 7 мм за период 1991–2017 не показало наличия трендов. При этом график осадков меняется от относительного роста до определенного снижения. Тем не менее сложная конфигурация ряда дала график степенной зависимости и соответствующую предрасположенность к снижению.

Заключение

1. На фоне годичной стабильности осадков по периодам ВМО в 1961–1990 и 1991–2017 гг. на м/с Моздок происходило их внутригодовое перераспределение между месяцами и сезонами при положительном тренде нарастания суммарных и среднегодовых температур на характеризуемой территории. В этих условиях происходит трансформация режима увлажнения в климатической системе региона.

Таблица 3

Суммы осадков по сезонам года для временных интервалов ВМО на м/с «Моздок», мм

Сезоны года	Референтные периоды			Отклонения 1991–2017 от 1961–1990, мм
	1961–1990	1981–2010	1991–2017	
Зимний	81	78	83	2
Весенний	124	124	127	3
Летний	177	154	147	–30
Осенний	89	105	108	19
Холодный период – ХП (XI–III)	141	143	143	2
Теплый период – ТП (IV–X)	330	318	321	–9
Год	471	463	464	–7

Таблица 4

Величины коэффициента вариации (CV), критерия Кокса – Стюарта ($\hat{z}_{\text{факт}}$), эмпирического Аббе – Линника (А-Л) и МНК по значениям сумм осадков (сезоны и год) для периодов ВМО на м/с «Моздок» (по А-Л: $n = 25$, $q_{\text{крит}} = 0,684$)

Периоды ВМО						
Сезон	CV		$\hat{z}_{\text{факт}}$		А-Л: эмпир.	МНК – уравнение линии тренда
	1961–1990	1991–2017	1961–1990	1991–2017		1991–2017
Зима	0,96	1,24	1,21	0,24	0,463	$y = 0,0854x^2 - 1,72x + 86,2$, $R^2 = 0,1$
Весна	0,12	0,9	0,1	–0,24	0,353	$y = 125,48x^{-4E-05}$, $R^2 = 3E-08$
Лето	0,06	0,05	1,86	0,93	0,360	$y = -0,035x^3 + 1,4754x^2 - 16,397x + 181,54$ $R^2 = 0,075$, $R^2 = 0,1$
Осень	0,08	0,12	0,1	–0,24	0,491	$y = 0,0781x^2 - 2,3505x + 123,2$, $R^2 = 0,2$
ХП	0,0	1,54	0,55	–0,93	0,430	$y = 0,0699x^2 - 2,7388x + 164,6$, $R^2 = 0,02$
ТП	0,06	0,05	2,52	2,32	0,254	$y = -0,08x^3 + 3,3991x^2 - 37,866x + 401,51$, $R^2 = 0,2$
Год	0,08	0,08	1,86	1,63	0,265	$y = 465,46x^{-0,004}$, $R^2 = 0,1$

* П р и м е ч а н и е. Расчеты проведены при $n = 28$ по 1961–1990 и $n = 25$ для 1991–2017 по взвешенным скользящим средним (трехлетний шаг), согласно биному Ньютона ($1*2*1$) [1].

2. Структурная перестройка режима увлажнения периода 1991–2017 при росте температур и стабильности годовых осадков заставляет перестраиваться климатическую систему в южно-российских степях Северного Кавказа за счет смещения в сторону роста осадков за весенний и осенний периоды (+22 мм) и заметного уменьшения в летний период (–30 мм).

3. Статистика динамики осадков на основе совместно использованных параметрических (МНК и Аббе – Линник), а также знакового непараметрического (Кокс – Стюарт) критериев показала высокую степень надежности произведенных расчетов и полученных результатов.

4. Выявленные тренды, их знаковость в уравнениях МНК, значения Аббе – Линника позволяют с высокой степенью достоверности судить о характере происходящих изменений климата на изучаемой территории.

5. Установленные тенденции в динамике агроклиматических ресурсов увлажнения исследуемого региона дают научную основу для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, где должны подбираться устойчивые к дефициту увлажнения культуры и современные агротехнологии с учетом развития новейших систем орошения.

Список литературы / References

1. Елисеева И.И., Егорова И.И., Курышева С.В., Никифоров О.Н., Флуд Н.А., Бурова Н.В., Гордеенко Н.М. Статистика: учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. М.: Проспект, 2011. 448 с.
1. Eliseeva I.I., Egorova I.I., Kuryshcheva S.V., Nikiforov O.N., Flud N.A., Burova N.V., Gordeenko N.M. Statistics: textbook / Ed. by: I.I. Eliseeva. M.: Prospekt, 2011. 448 p. (in Russian).
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.
2. Kobzar A.I. Applied Mathematical Statistics. For engineers and researchers. M.: PHIZMATLIT, 2006. 816 p. (in Russian).
3. Лемешко Б.Ю., Комиссарова А.С., Щеглов А.Е. Вопросы применения некоторых критериев проверки случайности и отсутствия тренда // Метрология. 2010. № 12. С. 3–25.
3. Lemeshko B.Yu., Komissarova A.S., Shcheglov A.E. Questions of application of some criteria of checking of randomness and absence of trend // Metrology. 2010. № 12. P. 3–25 (in Russian).
4. Закс Л. Статистическое оценивание / Пер. с нем. В.Н. Варыгина. Под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. М.: Статистика, 1976. 598 с.
4. Sachs L. Statistical assessment / Translation from German by: V.N. Varygin. Edited by: Yu.P. Adler, V.G. Gorskiy. M.: Statistika, 1976. 598 p. (in Russian).
5. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. Часть 1. Владивосток: ДВГУ, 2005. 523 с.
5. Dashko N.A. Course of lectures on synoptic meteorology. Part I. Vladivostok: DVGU, 2005. 523 p. (in Russian).
6. Commission for Climatology. Sixteenth session. Heidelberg 3–8 July 2014. Abridged final report with resolutions and recommendations. WMO-No. 113. Geneva, 2014. 69 p. [Electronic resource]. URL: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=16465 (date of access: 16.07.2019).
7. World Meteorological Organization, 2017. WMO. Guidelines on the Calculation of Climate Normals. 2017 edition. WMO-No. 1203. 29 p. [Electronic resource]. URL: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20130 (date of access: 16.07.2019).
8. The role of climatological normals in a changing climate. World Meteorological Organization. Geneva, March 2007. (Contributions by: B. Trewin). Edited by: Omar Baddour and Hama Kontongomde. 2007. WCDMP-No. 61. WMO-TD No. 1377. 46 p. [Electronic resource]. URL: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/GCDS_1.php.pdf (date of access: 14.07.2019).
9. Discussion paper on the standard Climate normals: a proposal for a dual system by W. Wright. May 2012. 8 p. [Electronic resource]. URL: https://www.wmo.int/pages/.../rev_discussion_papers.pdf (date of access: 16.07.2019).
10. New Two-Tier approach on «climate normal». WMO. 2015. [Electronic resource]. URL: <https://public.wmo.int/en/media/news/new-two-tier-approach-«climate-normals»> (date of access: 16.07.2019).
11. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России. Под ред. академиков А.Л. Иванова и В.И. Кирюшина. М.: РАСХН, 2009. 518 с.
11. Global climate change and forecast of risks in agriculture of Russia. Edited by academics: A.L. Ivanov, V.I. Kiryushin. M.: RASXN, 2009. 518 p. (in Russian).
12. Немцев С.Н., Галиакберов А.Г., Шарипова Р.Б. Агроклиматические условия Ульяновской области и пути их рационального использования в земледелии. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ulniish.ru> (дата обращения: 16.07.2019).
12. Nemtsev S.N., Galiakberov A.G., Sharipova R.B. Agroclimatic conditions of the Ulyanovsk region and ways of their rational use in agriculture. [Electronic resource]. URL: <https://www.ulniish.ru> (date of access: 16.07.2019) (in Russian).
13. Айларов А.Е. Климатические сдвиги по данным базовых периодов Всемирной Метеорологической организации (ВМО) в агроландшафтах предгорной зоны РСО–Алания // Известия Горского ГАУ. 2013. Вып. 1. Т. 50. № 3. С. 29–36.
13. Aylarov A.E. Climate changes based on the data of the reference periods of the World Meteorological Organization (WMO) in the agricultural landscapes of the foothill zone of the Republic of North Ossetia–Alania // Journal of proceedings of the Gorsky SAU. 2013. Vol. 50. № 3. P. 29–36 (in Russian).
14. Погода и климат – прогнозы погоды, новости погоды, климатические данные. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=37145> (дата обращения: 17.07.2019).
14. Weather and climate – weather forecasts, weather news, climatic data. [Electronic resource]. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=37145> (date of access: 17.07.2019) (in Russian).
15. Гидрометцентр России. О погоде из первых рук. Фактические данные. Климатические нормы. Климат городов мира: ежемесячные данные. [Электронный ресурс]. URL: <https://meteoinfo.ru/climatecities> (дата обращения 17.07.2019).
15. Hydrometcentre of Russian Federation. About the weather – at first hand. Actual data. Climatic normal. Climate of the world's cities: monthly data. [Electronic resource]. URL: <https://meteoinfo.ru/climatecities> (date of access: 16.07.2019) (in Russian).