

УДК 551. 524.3

Доктор геогр. наук	В.Г. Сальников *
Канд. геогр. наук	Г.К. Турулина *
Канд. геогр. наук	С.Е. Полякова *
	Е.Е. Петрова **

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ИНДЕКСЫ, АНОМАЛЬНОСТЬ, ЭКСТРЕМУМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ

В работе представлено пространственно-временное изменение температуры воздуха и атмосферных осадков за последние 70 лет для всей территории Казахстана и для административных областей (1941...2012 гг.). Основными показателями регионального климата являются среднегодовая температура воздуха и годовые суммы осадков. Важной составляющей климатической изменчивости температурных условий и режима увлажнения являются их сезонные изменения для рассматриваемой территории. Для оценки тенденций в экстремумах атмосферных осадков и температуры воздуха использовались индексы изменения климата, предложенные Всемирной Метеорологической Организацией.

К настоящему времени собрано достаточно доказательств, касающихся изменения климата как на планете в целом, так и отдельных ее регионах. Достаточно выделить работы С. Folland, L. Bengtsson, Г. Грузы, Ю.П. Переведенцева [19, 18, 3, 10]. В данной работе исследуются климатические изменения на обширной территории Казахстана, отличающейся многообразием природных условий.

Основными исходными данными являются:

1) ряды среднемесячной температуры воздуха и месячных сумм осадков с 1941 по 2012 гг., при этом данные более 190 метеостанций были использованы для оценки климатических норм за период 1971...2000 гг. и более 110 метеостанций для оценки тенденций;

* Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы

** РГП «Казгидромет», г. Алматы

2) ряды суточных максимальных и минимальных температур воздуха и суточного количества осадков с 1941 по 2012 гг. (более 80 метеостанций).

Самые тёплые годы в целом для Земного шара и Казахстана представлены в табл. 1. На территории Казахстана распределение во времени экстремально тёплых лет несколько отличается от ранжированного ряда средней глобальной температуры приземного воздуха. Каждый из десяти самых теплых лет для Земного шара обозначен определенным цветом, что позволяет легко судить, находится ли этот год в числе самых теплых лет для Казахстана [4, 5].

Таблица 1

Самые тёплые годы в Казахстане за период 1940...2012 гг. и соответствующие аномалии среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненные по территории Республики

Ранг	Казахстан*	Аномалия среднегодовой температуры, осредненная по территории Казахстана, °С
1	1983	1,56
2	2004 ¹⁰	1,33
3	2002 ⁴	1,33
4	2007 ⁶	1,27
5	1995	1,21
6	2008	1,17
7	1997	1,05
8	2006 ⁷	0,99
9	2005 ²	0,94
10	1999	0,87

Примечание: * – верхний индекс обозначает номер года в ранжированном по убыванию ряду аномалий средней глобальной приповерхностной температуры воздуха за период 1850...2012 гг.

Пять самых тёплых лет в Казахстане вошли в список десяти самых тёплых лет в целом по Земному шару. За период с 1940 года самым холодным для Казахстана был 1969 год, когда средняя по территории аномалия среднегодовой температуры воздуха составила -2,5 °С, а самым тёплым – 1983 год с аномалией температуры воздуха 1,6 °С.

Температура воздуха. Оценка пространственно-временных изменений температуры воздуха проводилась как для всей территории Казахстана (рис. 1), так и для административных областей.

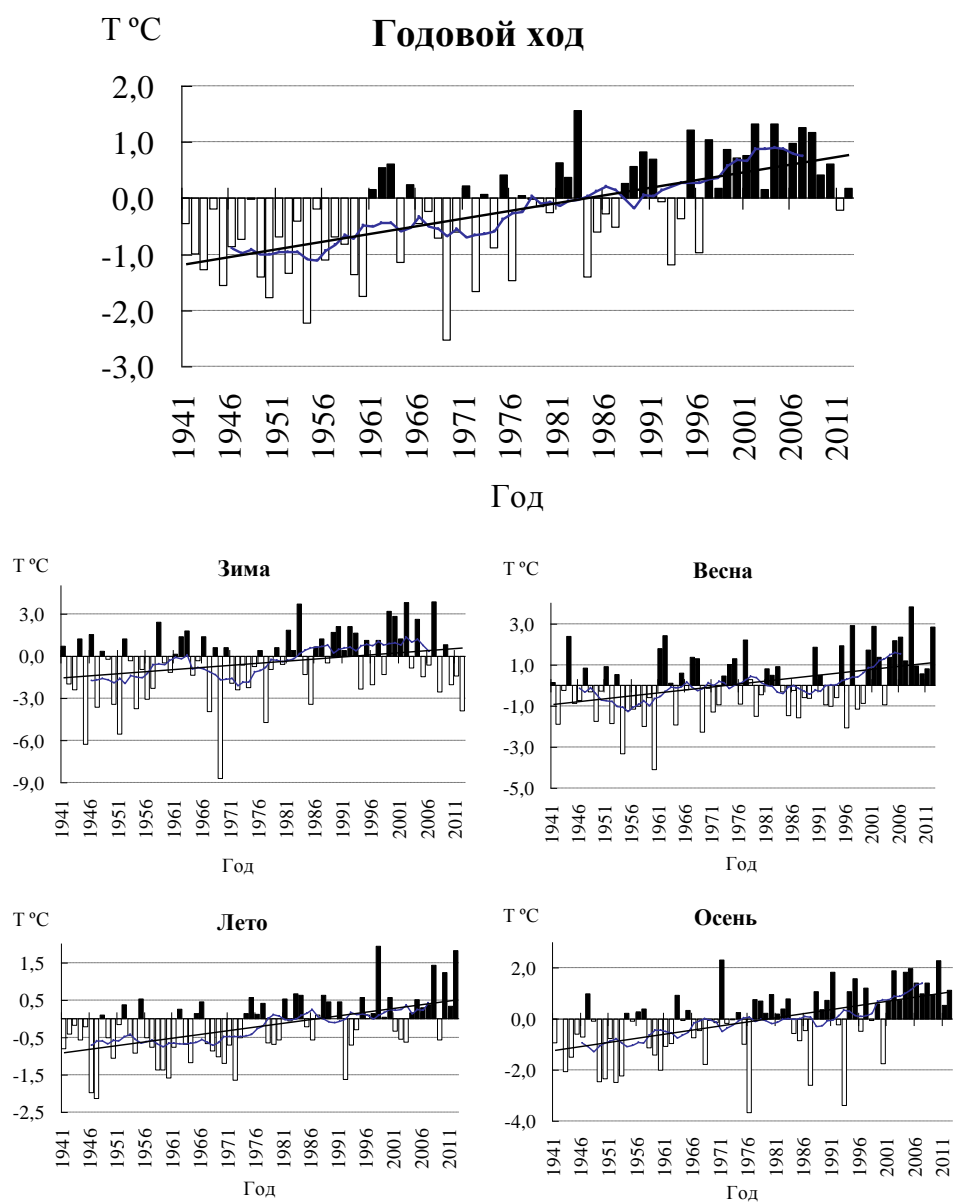


Рис. 1. Временные ряды и линейный тренд аномалий годовых и сезонных температур воздуха за период 1941...2012 г., осреднённых по территории Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971...2000 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.

В исследуемом периоде в Казахстане наблюдалось повсеместное повышение приземной температуры воздуха, как в целом за год, так и во

все сезоны. Среднегодовые температуры воздуха в среднем по Казахстану повышались на $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, наибольшее потепление происходило в осенний период – на $0,32\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, немного меньше зимой и весной – на $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, летом наблюдалась наименьшее повышение температуры – $0,20\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет. В большинстве случаев тренды статистически значимы для 95 % доверительного интервала, а вклад тренда в суммарную дисперсию среднегодовых температур составляет 37 %, для сезонов – от 6 до 27 %.

Если рассматривать территорию республики по областям, то наибольшими темпами среднегодовые температуры воздуха повышались в Западно-Казахстанской области – на $0,38\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, наименьшими в Южно-Казахстанской области, Восточно-Казахстанской области, Алматинской и Мангистауской областях – на $0,23\dots0,25\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет. В остальных областях рост среднегодовых температур в пределах $0,27\dots0,31\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет. В работе [4] было показано, что в период с 1941 года наибольшее повышение температуры воздуха на территории всех областей Казахстана происходило зимой. С учётом данных 2012 года наибольшее повышение температуры воздуха, наблюдавшееся ранее в зимний сезон, сместилось на весну в северных и центральных областях ($0,33\dots0,37\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет) и на осень в южных и восточных областях Казахстана ($0,30\dots0,40\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет). В западных областях наибольший рост температур по-прежнему приходится на зимний период ($0,27\dots0,38\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет). В летний период практически во всех областях значения коэффициента линейного тренда, характеризующего скорость роста температуры воздуха, наименьшие – в пределах $0,13\dots0,30\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, но значения коэффициента детерминации достаточно высокие, особенно в южных областях Казахстана – 25...36 %. Это свидетельствует об устойчивости тенденции повышения температуры воздуха. Тенденция повышения осенней температуры также устойчива (коэффициент детерминации составляет 16...35 %) и лежит в пределах $0,28\dots0,30\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет [5].

Атмосферные осадки. Оценены линейные тенденции в рядах сезонных и годовых сумм осадков. В отличие от температуры воздуха, изменение режима атмосферных осадков на территории Казахстана за исследуемый период представляет собой не однородную картину. В некоторых областях Казахстана наблюдалось незначительное увеличение осадков, в некоторых их уменьшение.

На рис. 2 представлены временные ряды аномалий годовых сумм осадков, осреднённых по территории Казахстана.

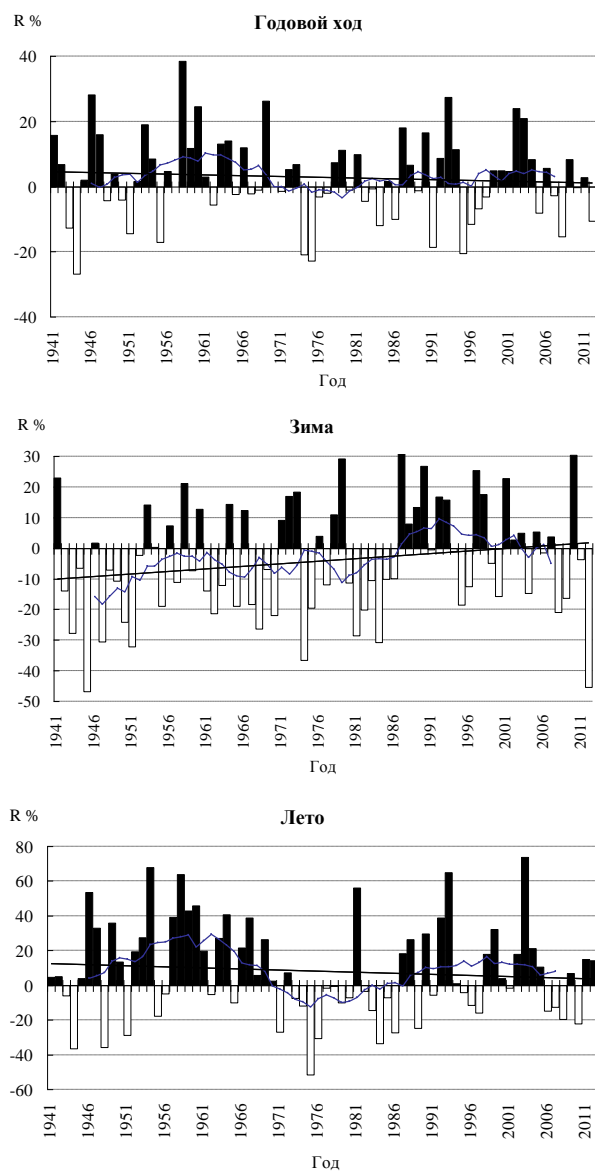


Рис. 2. Временные ряды и линейные тренды аномалий годовых и сезонных сумм осадков (%) за период 1941...2011 гг., пространственно осредненных по территории Казахстана и по областям. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971...2000 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим усреднением.

В среднем по Казахстану годовые суммы осадков незначительно уменьшались – на 1,0 мм/10 лет или примерно на 0,5 % нормы/10 лет. Если рассматривать изменения количества осадков по областям, то незначительное увеличение годовых сумм осадков (на 0,4...4,0 мм/10лет) наблюдалось в

Карагандинской, Актюбинской, Мангистауской, Северо-Казахстанской и Алматинской областях, а незначительное их уменьшение (на 0,1...5,2 мм/10 лет) наблюдалось в Павлодарской, Акмолинской, Кзылординской, Жамбылской, Костанайской, Южно-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Атырауской и Восточно-Казахстанской областях. Все полученные тренды годовых сумм осадков статистически незначимы [5].

В переходные сезоны в среднем по территории Казахстана отмечается слабая тенденция (статистически незначимая) к уменьшению количества осадков – на 0,6...0,7 мм/10 лет, летом – на 1,1 мм/10 лет. Исключение составляет зимний период, когда тенденция положительная и статистически значимая, и составляет 1,3 мм/10 лет [9]. Надо отметить, что тенденции в весеннем, летнем и осеннем количестве осадков статистически незначимы практически на всей территории Казахстана. Значимые положительные тенденции в зимнем количестве осадков (до 9 % нормы/10 лет) наблюдались в северных и центральных регионах, а также горных и предгорных северо-западных, восточных, юго-восточных регионах республики.

В последние десятилетия отмечается нарастание опасных метеорологических явлений погоды. Так, лето 2012 г. оказалось аномально теплым в Казахстане и в соседнем Поволжье и Южном Урале. Жестокая засуха погубила урожай зерновых культур, в Сибири горели леса, катастрофическое наводнение прошло Краснодарском крае и привело к многочисленным человеческим жертвам. Это лишь один из эпизодов проявления опасных явлений погоды. Зима 2012 г. была холодной и экстремально холодной на всей территории Казахстана, на востоке республики аномалии температуры воздуха достигали $-5,0...-7,0$ °С.

Высокие и низкие температуры воздуха относятся к потенциально опасным региональным процессам. Центральное место при исследовании крупных аномалий погоды занимает вопрос критерия. По мнению Г.Н. Чичасова, применение «нежесткого» критерия позволяет в дальнейшем иметь дело с материалами больших выборок и получить статистически обоснованные выводы. В тоже время большое число случаев с крупными аномалиями не дает четкую картину их формирования. Для этих целей целесообразно использовать более «жесткий» критерий, который выделит месяцы с крупными аномалиями температуры воздуха.

Наиболее распространенным способом выделения экстремумов является сопоставление значений метеорологических величин с их средним квадратическим отклонением. Если аномалия одного знака наблюда-

ется на 75 % территории, а величина аномалии не менее чем на 50 % площади превышает среднее квадратическое отклонение (σ), то период или месяц относятся к экстремальному. В качестве критерия берутся не только целые, но и дробные значения σ [16].

Другим известным критерием является индекс аномальности (K), предложенный Н.А. Багровым [1]:

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta T_i / \sigma_i)^2$$

где N – число станций, ΔT – аномалия средней месячной температуры воздуха на i -й станции, σ_i – ее среднее квадратическое отклонение.

На большом статистическом материале установлены пороговые значения для индекса Н.А. Багрова: при $K \geq 1,15$ аномальность поля велика, при $K \leq 0,75$ отмечается незначительная аномальность и при $0,75 < K < 1,15$ аномальность имеет среднюю интенсивность.

Критерий K позволяет объективно оценить степень аномальности температурного поля и количественно отразить продолжительность и временное распределение экстремумов. Однако, он не указывает знак аномалии и географическое положение ее очагов, поэтому целесообразно для пространственной характеристики полей температуры использовать одновременно данные о распределении положительных и отрицательных очагов. Этот критерий успешно использовался целым рядом авторов, в том числе и для выделения крупных аномалий температуры воздуха по территории Казахстана [7, 8].

В предлагаемой статье критерий Н.А. Багрова (K) рассчитан для двух центральных месяцев холодного и теплого периодов – января и июля. На рис. 3 приведены значения K для января и июля за период 1940...2011 гг. Значения критерия K в Казахстане существенно изменяются во времени, при среднем значении, близком к 1. В табл. 2 приведены статистические характеристики критерия аномальности K .

Таблица 2

Статистические характеристики критерия Н.А. Багрова

Статистические характеристики	Месяц	
	январь	июль
K_{\max}	9,81 (1969)	3,35 (1960)
K_{\min}	0,10 (1950, 1985)	0,17 (1970, 2000)
A_K	8,71	2,18

Экстремальные значения K для территории республики различаются: в январе $K_{\max} = 9,81$ (1969 г.) и $K_{\min} = 0,10$ (1950, 1985 гг.); в июле $K_{\max} = 3,35$ (1960 г.) и $K_{\min} = 0,17$ (1979, 2000 гг.). При этом, чем больше K , тем значительнее аномальность поля температуры, чем меньше K , тем аномальность поля слабее. Используя такой принцип выделения экстремумов, был проведен анализ изучаемых полей средней месячной температуры воздуха по годам (рис. 3).

Повторяемость крупных аномалий средней месячной температуры воздуха в январе и июле распределяется во времени неравномерно, значительно меняясь от десятилетия к десятилетию. Так, значительные отрицательные аномалии встречались в первом (1940...1949 гг. – 5 случаев) и втором (1950...1959 гг. – 7 случаев) десятилетиях; в последние десятилетия (1990...1999, 2000...2009 гг.) их повторяемость снизилась до 2...3 случаев. Повторяемость крупных положительных аномалий возросла в период 1980...1989 гг. (4 случая), в это десятилетие не отмечалось значительных отрицательных аномалий. За весь исследуемый период число случаев с экстремальными отрицательными аномалиями составляет 26 случаев, а с экстремальными положительными 17 случаев, холодные январы наблюдались 14 раз, а очень теплые – 6 раз, для июлей повторяемость тех и других 12 и 11 раз соответственно (табл. 3).

Многие исследователи [3, 10] отмечали, что глобальное потепление не только не исключает значительных отрицательных температурных аномалий на региональном уровне, но может способствовать их усилению. Эта особенность наблюдается в Казахстане.

Практический интерес представляют значения аномалий температуры воздуха в экстремально холодные и теплые месяцы (табл. 4).

Самой суровой зимой в Казахстане (впрочем, как и в северном полушарии) за последние 100 лет была зима 1968...1969 гг., когда средняя температура января составила в Алматы $-14,5$ °С, в Туркестане – $-15,4$ °С, в Кызылорде – $-19,0$ °С, в Жезказгане – $-26,8$ °С, в Кокшетау – $-28,3$ °С, в Петропавловске – $-30,0$ °С (такая же температура отмечалась и в январе 1893 г.), в Астане – $-30,1$ °С и в Атбасаре – $-31,6$ °С, величины средних месячных аномалий температур достигали $-8,9$... $-14,6$ °С [2, 12, 13].

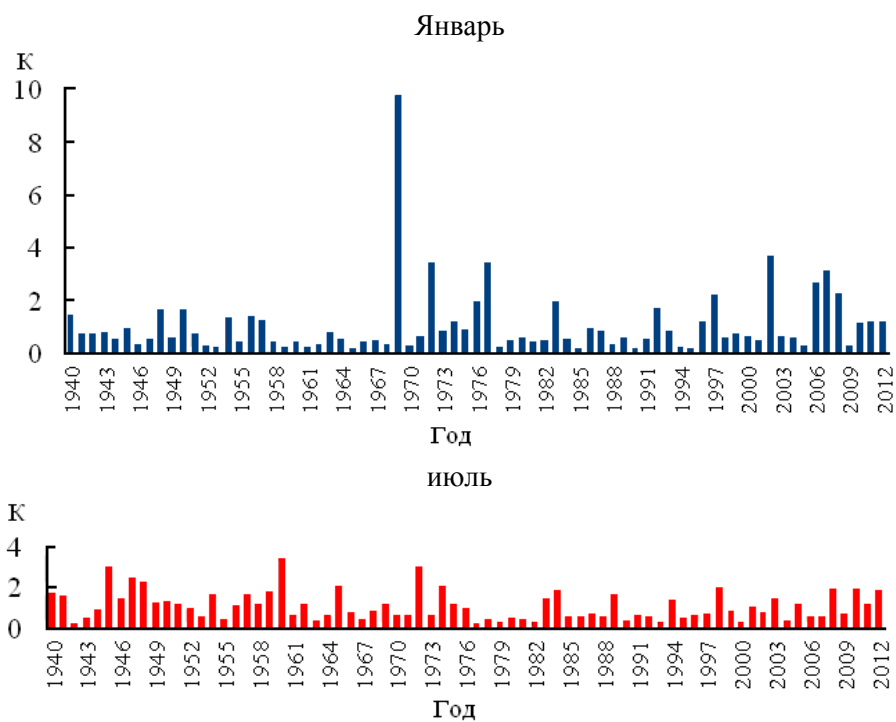


Рис. 3. Значения индекса Н.А. Багрова для января и июля за период 1940...2011 гг.

Таблица 3
Число случаев экстремальных отрицательных (ЭХ) и положительных (ЭТ) аномалий температуры воздуха по десятилетиям

Десятилетие	Январь			Июль		
	число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы	число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы
1940...1949	2	1940	1948	6	1941, 1945, 1946, 1947	1940, 1948
1950...1959	4	1950, 1954, 1956, 1957		3	1950, 1957, 1959	
1960...1969	1	1969		2	1960	1965
1970...1979	4	1972, 1974, 1977	1976	3	1972	1974, 1975

Десятилетие	Январь			Июль		
	число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы	число случаев	ЭХ годы	ЭТ годы
1980...1989	1		1983	3		1983, 1984, 1989
1990...1999	2	1996	1992	2	1994	1998
2000...2009	4	2006, 2008	2002, 2007	2	2003	2008
2010...2012	2	2011, 2012		2	2010	2012
Всего	20	14	6	23	12	11

Таблица 4

Средние по территории значения аномалий температуры воздуха для экстремально холодных и теплых месяцев

Десятилетие	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ΔT_{max}	ЭТ годы	ΔT_{cp}	ΔT_{max}
Январь						
1940...1949	1940	-3,5	-9,4	1948	4,4	7,8
1950...1959	1950, 1954, 1956, 1957	-3,3 -4,3 -3,8 -3,7	-11,3 -7,4 -7,3 -6,7			
1960...1969	1969	-11,8	-14,6			
1970...1979	1972, 1974, 1977	-6,9 -4,1 -7,1	-10,9 -6,6 -11,2	1976	5,0	7,1
1980...1989				1983	5,0	7,5
1990...1999	1996	-3,7	-6,8	1992	4,8	7,3
2000...2009	2006, 2008	-6,2 -5,3	-8,7 -10,0	2002, 2007	7,2 6,6	11,4 11,0
2010...2012	2011 2012	-6,3 -3,9	-7,8 -6,8			
Июль						
1940...1949	1941, 1945, 1946, 1947	-1,8 -2,2 -1,4 -2,2	-3,7 -3,2 -3,8 -3,6	1940, 1948	1,9 0,5	3,8 1,7
1950...1959	1950, 1957, 1959	-1,1 -1,7 -1,7	-3,6 -3,8 -3,5			
1960...1969	1960	-2,8	-4,7	1965	1,8	4,1
1970...1979	1972	-2,0	-3,6	1974, 1975	1,7 1,7	3,8 2,8
1980...1989				1983, 1984,	1,8 1,4	3,8 4,1

Десятилетие	ЭХ годы	ΔT_{cp}	ΔT_{max}	ЭТ годы	ΔT_{cp}	ΔT_{max}
1990...1999	1994	-1,3	-4,5	1989	1,6	4,9
2000...2009	2003	-1,6	-2,9	1998	2,1	4,9
2010...2012				2008	2,1	2,8
				2012	1,7	4,0

В данной статье приведено рассчитанное годовое число жарких суток, когда суточный максимум температуры воздуха превышает 30 °С и число суток с сильными морозами, с температурой воздуха ниже -30 °С (рис. 5, 6).

В распределении числа суток с высокими температурами, прежде всего, следует отметить зональность. На большинстве станций Северного Казахстана число суток с температурой > 30 °С составляет 10...20. В восточных низкогорных районах (Риддер, Орловский поселок) высокие температуры наблюдаются крайне редко, не более 3...5 суток в летний месяц. В Центральном Казахстане наблюдается 20...30 суток с температурой > 30 °С, достигая в отдельных районах 40...50 суток; на юге республики, в пустыне Кызылкум возрастает до 115 суток. Каспийское море смягчает климат узкой прибрежной полосой, где число суток с сильной жарой составляет 50...70, т.е. значительно меньше, чем в полупустынных районах на той же широте. В горных районах юга и юго-востока Казахстана (выше 1500 м) температуры воздуха > 30 °С практически не наблюдаются [11].

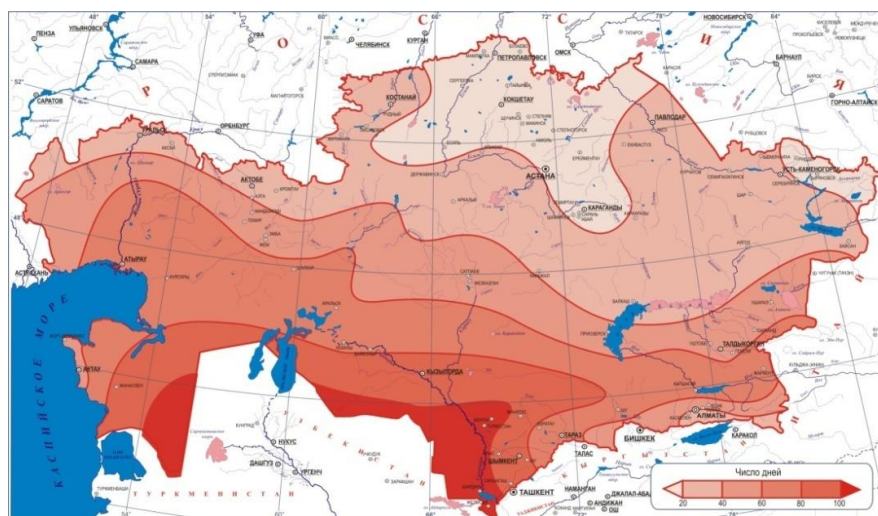


Рис. 5. Среднегодовое число дней с температурой воздуха выше 30 °С по территории Казахстана.

Почти во всей южной половине Казахстана увеличивается количество суток с температурой воздуха выше 35 °С – на 1...3 сут каждые

10 лет. Общая продолжительность тёплых периодов становится больше – на 1...4 сут/10 лет.

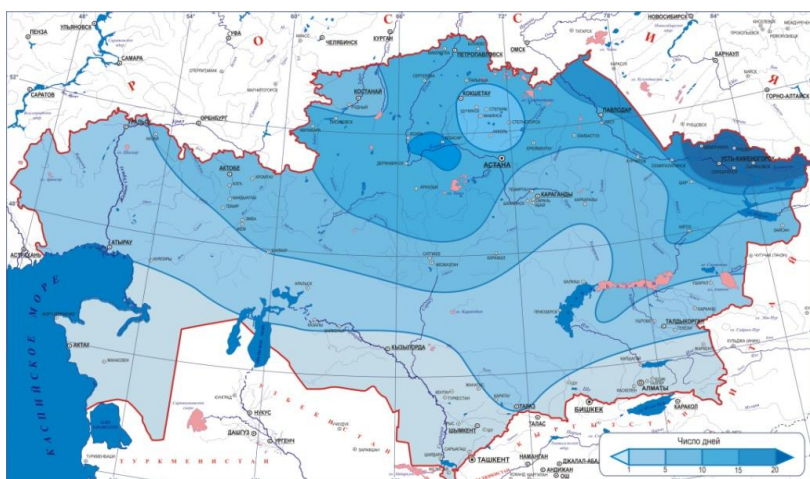


Рис. 6. Среднегодовое число суток с температурой воздуха ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ по территории Казахстана.

По территории Казахстана абсолютные максимальные температуры воздуха распределяются следующим образом: в Северном Казахстане изменяются от $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $42\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Центральном – от $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $48\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Западном – от $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $46\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Восточном – от $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Заповедник Маркаколь) до $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Южном – от $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $51\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум температуры воздуха для Казахстана, равный $51\text{ }^{\circ}\text{C}$, зарегистрирован на станции Кызылкум в 1995 г. [14].

Высокие температуры воздуха на большей части территории Казахстана наблюдаются с мая по сентябрь. Сильная жара устанавливается в республике обычно при антициклоническом режиме погоды и в условиях летней среднеазиатской термической депрессии при большом притоке солнечного тепла. В этих условиях за счет интенсивной трансформации воздушных масс значительные повышения температуры воздуха наблюдаются практически на всей рассматриваемой территории. В переходные сезоны года высокие температуры воздуха обусловлены выносом воздушных масс в теплых секторах южных циклонов.

Однако особо опасными являются морозы с температурой воздуха ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Число суток с такими температурами воздуха на территории Казахстана в среднем многолетнем наблюдается с ноября по март (рис. 6).

Среднее многолетнее число суток с сильными морозами за период ноябрь – март имеет сложное распределение. Наиболее холодными явля-

ются восточные районы Казахстана, где число дней с температурой ниже -30°C доходит до 30...40 суток за год, в глубоко расположенных котловинах и закрытых горных долинах, число суток с такими температурами достигает 42...72 (Зыряновск, Орловский поселок). В Северном Казахстане наблюдается 8...15 сут с температурой воздуха ниже -30°C , в Центральном – колеблется от 5 до 10, в Западном – уменьшается до 1...6 и в Южном – до 1 сут [14, 15].

Практически повсеместно на территории Казахстана наблюдается тенденция уменьшения повторяемости морозных дней, когда суточная минимальная температура опускается ниже 0°C . Наиболее значительными темпами повторяемость морозных дней сокращается в горных и предгорных районах юга Казахстана – на 5...6 сут каждые 10 лет. На остальной территории уменьшение количества таких дней составляет 1...4 дня каждые 10 лет.

Абсолютные минимальные температуры воздуха зимой на территории Казахстана колеблются в широких пределах: от -23°C до -54°C . Наиболее низкие значения абсолютных минимальных температур воздуха характерны для Северного, Центрального и Восточного Казахстана, где они составляют -43°C ... -54°C . В Западном Казахстане они изменяются от -38°C до -49°C , а в Южном – от -35°C до -45°C . Абсолютный минимум температуры воздуха для Казахстана, равный -57°C , отмечен в Атбасаре в 1893 г. [14].

Приведенные результаты региональных изменений климата представляют научный и практический интерес, могут быть использованы при решении различных задач хозяйственной деятельности.

Статья подготовлена в рамках научных исследований проводимых по теме 0376/ГФ «Разработка методов, моделей и геоинформационных технологий контроля, анализа и прогноза динамики процессов опустынивания на территории Республики Казахстан».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.А., Мякишева Н.Н. Некоторые характеристики аномалий средних месячных температур воздуха // Труды ММЦ. – 1966. – Вып.9. – С. 3-17.
2. Вилесов Е.Н. Климатические рекорды на территории Казахстана // Экологическое образование в Казахстане. – 2005. – № 2. – С. 11-14.
3. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 4. – С. 50-66.

4. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения климата Казахстана: 2011 год. – Астана: РГП «Казгидромет», 2012. – 38 с.
5. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения климата Казахстана: 2012 год. – Астана: РГП «Казгидромет», 2013. – 42 с.
6. Клименко В.В. Почему замедляется глобальное потепление? // Доклады Академии наук РФ. – 2011. – Т. 440. – № 4. – С. 536-539.
7. Комиссарова Л.Н., Чернова Л.И. К вопросу об определении экстремальности температурного поля в Казахстане методом разложения по естественным ортогональным функциям // Труды КазНИИ Госкомгидромета. – 1982. – Вып. 78. – С. 22-28.
8. Мурадов М.А. Об аномальности полей средней месячной температуры воздуха в холодном полугодии Казахстана // Труды Гидрометцентра СССР. – 1978. – Вып. 198. – С. 61-68.
9. Разработка методов, моделей и геоинформационных технологий контроля, анализа и прогноза динамики процессов опустынивания на территории Республики Казахстан (промежуточный): Отчет о НИР – (№ГР 0112РК00567, Инв. № 0213РК00998, МРТНИ 39.01.94) – Алматы, 2013. – 130 с.
10. Переведенцев Ю.П., Шантилинский К.Н., Важнова Н.А., Наумов Э.П., Шумихина А.В. Изменения климата на территории Приволжского федерального округа в последние десятилетия и их взаимосвязь с геофизическими факторами // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 4. – С. 122-135.
11. Платонова А.Ф., Тулина Л.П. Распределение высоких температур воздуха по территории Казахстана // Труды КазНИГМИ. – 1978. – Вып. 72. – С. 3-20.
12. Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е., Долгих С.А. Современные тенденции изменения климата // Университеты XXI века: инновации и новые технологии. Материалы международной науч. конф., посв. 75-летию КазНУ им. аль-Фараби, 14-15 октября, 2009 г.). – Алматы: Қазақ университеті, 2009. – С. 216-220.
13. Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е. Изменчивость экстремальных температур воздуха на территории Казахстана // Современные тенденции и закономерности в развитии географической науки в республике Казахстан: Матер. междун. науч.-практич. конф. – Алматы, 2010. – С. 106-112.
14. Справочник по климату Казахстана. Раздел 1. Температура воздуха. – Алматы, 2004.

15. Трифонова Т.М., Гашинская Э.Н. Режим низких температур на территории Казахстана // Труды КазНИГМИ. – 1978. – Вып. 72. – С. 21-28.
16. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – 304 с.
17. Школьник И.М., Мелешко В.П., Катцов В.М. Возможные изменения климата на европейской части России и сопредельных территориях к концу XXI века: расчет с региональной моделью ГГО // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 3. – С. 5-16.
18. Bengtsson L., Semenov V.A., Johannessen O.M. The Early Twentieth-Century Warming in the Arctic – A Possible Mechanism // Journal of Climate, October. – 2004. – P. 4045-4057.
19. Folland C.K., Rayner N.A., Brown S.J., Smith T. M., Shen S. S. P., Parker D. E., Macadam I., Jones P. D., Jones R. N., Nicholls N. and Sexton D. M. H. Global temperature change and its uncertainties since 1861 // Geophysical Research Letters. – 2001. – V. 28. – P. 2621-2624.

Поступила 13.05.2014

Геогр. ғылымд. докторы	В.Г. Сальников
Геогр. ғылымд. канд.	Г.К. Турулина
Геогр. ғылымд. канд.	С.Е. Полякова
	Е.Е. Петрова

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДА БІЛІНУІ

Жұмыста Қазақстанның барлық территориясымен әкімшілік облыстары үшін 1941жыл мен 2011 жылдар аралығына соңғы 70 жыл үшін атмосфералық жауын-шашынмен ауа температурасының кеңістік уақыттық өзгерулері берілген. Аймақтық климаттың негізгі көрсеткіштері болып жылдық ауа температурасымен жылдық жауын-шашын мөлшері табылады. Температуралық жағдайлармен ылғалдану режимі өзгерушілігінің маңызды климаттық құраушысы қарастырылған территория бойынша олардың маусымдық өзгерушіліктері болып табылады. Атмосфералық жауын-шашынмен ауа температурасы экстремумдарында тенденцияны бағалау үшін Дүниежүзілік Метеорологиялық Ұйым ұсынған климаттың өзгеру индекстері қолданылды.