

Б.Т.Жакатаева

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

Пространственно-временные особенности температурного тренда на территории Казахстана

В статье рассмотрены особенности изменения климатических данных, факторы, определяющие их изменение. Сделан анализ особенности климата Казахстана, в частности, в качестве критерия взята среднегодовая температура воздуха за период с 1991 по 2007 годы по различным метеостанциям РК, расположенным в различных регионах. Эти среднестатистические величины сравнивались со среднесезонными и рассчитаны отклонения от нормы. Составлена карта температурного тренда по территории Казахстана, позволяющая судить об особенностях пространственно-временного изменения термического режима рассматриваемого региона.

Ключевые слова: климат, температура, осадки, среднегодовые амплитуды, воздух, влажность, циклоны, метеорология, метеостанция, природные ландшафты.

В последнее время в мировой и отечественной науке все чаще поднимается вопрос о глобальном потеплении климата. Данная проблема требует очень корректного подхода и тщательного изучения с учетом комплекса условий. Не секрет, что климатические изменения наблюдались всегда, во все геологические эпохи Земли, когда об антропогенном влиянии не было и речи. Мнения ученых разделяются в вопросах выделения факторов изменения современного климата. Условно эти факторы разделены на внешние и внутренние [1]. К внешним факторам отнесли:

- изменение состава атмосферы (содержание углекислого газа и аэрозолей вулканического происхождения);
- изменения формы земной поверхности;
- изменения астрономических факторов (колебания солнечной активности, изменения элементов земной орбиты, изменения состава межзвездного пространства и др.).

К внутренним факторам отнесли состояние подстилающей поверхности, а именно системы «атмосфера – океан – подстилающая поверхность» [2].

Как показывает обзор научной литературы по данной проблеме, однозначного ответа на вопрос о глобальном потеплении климата и его антропогенной природе нет. Отсутствие более или менее общепринятых взглядов по этому вопросу можно заметить во всех современных обзорах исследований климата. Это связано, по моему мнению, с тем, что нет единого подхода к изучению данной проблемы. Многие аспекты климата рассматриваются главным образом как качественная характеристика, без применения надежных количественных подходов. Создание метода количественного расчета изменений климата является в настоящее время актуальной задачей. В качестве количественного критерия в данной статье рассматривается среднегодовая температура воздуха, так как одним из важных показателей климата является температура воздуха. Конечно, для анализа климатических изменений нельзя рассматривать среднегодовую температуру воздуха в отрыве от других метеоэлементов. Комплексный подход предусматривает, например, анализ сочетания температуры и осадков, среднегодовой амплитуды температуры воздуха и влажности воздуха и т.д. Но эти вопросы — темы других статей.

Значения метеорологических величин за большой период наблюдений не являются совокупностью однородных статистических данных, так как на протяжении многих лет меняются условия наблюдений, а также влияние основных климатообразующих факторов, влияние антропогенных факторов на условия метеостанции. Например, нельзя сравнить условия существования метеостанции Караганды 30–40 лет назад и сейчас. В данный момент она окружена многочисленными предприятиями, в том числе с активным транспортным передвижением около метеостанции.

Климатологические ряды не являются и стационарными вследствие существования суточных, годовых, периодических и многих ритмических изменений метеорологических величин. Многие авторы предлагают разные подходы при обработке климатических статистических данных. По мнению климатолога О.А.Дроздова, члены климатологических рядов связаны между собой как внутри одного ряда, так и в разных рядах [3]. Характер связи зависит от многих факторов: временного разрешения

членов ряда, географического положения пункта наблюдения, самой метеорологической величины и ее характеристики, выбранной в качестве членов ряда. Связность метеорологических рядов во времени и пространстве, отличающихся многообразием и зависящих от географических условий, вносит определенные трудности в процесс климатологической обработки ряда. Климатолог — обработчик статистических данных должен хорошо владеть не только методами математической статистики, но и специальными методами и методиками приспособления статистического аппарата к климатологическим рядам. При этом необходимо использовать методы пространственного обобщения климатической информации: построение климатических карт разного масштаба, климатическое районирование данных, пространственное осреднение средних значений метеорологических величин (метод корреляции, интерполяции и др.).

Статистика строга к исходному материалу, поэтому при обработке обязательно учитывается и однородность. Но однородность наблюдений иногда нарушается следующими причинами: изменения в действии основных климатообразующих или антропогенных факторов, цикличность солнечной активности, изменения в условиях и методике наблюдений (перенос метеостанции, смена приборов или методик), индивидуальные ошибки наблюдателей (что также не исключено), изменения в сроках наблюдений и способах расчета средней величины. Поэтому при таких ситуациях вводятся специальные поправочные коэффициенты. Результатами климатологической обработки статистических данных являются различные климатические бюллетени, климатические карты, справочники и другие материалы.

Для выяснения тенденции изменения среднегодовой температуры на территории Казахстана были обработаны метеорологические данные шести станций, расположенных в разных регионах Казахстана: Астаны, Актобе, Аральска, Караганды, Семей и Алматы. В качестве ряда наблюдений взят период с 1991 по 2007 гг. [4]. Станции расположены в различных ландшафтных зонах страны, что позволит выявить зависимость пространственно-временного тренда температуры от физико-географических условий.

Географическое положение Казахстана, почти в центре Евразии, в значительной степени предопределяет характер происходящих на его территории циркуляционных процессов. Вхождение на территорию Казахстана различных воздушных масс осуществляется в процессе прохождения циклонов и тыловых затоков холодных масс воздуха. В связи с этим необходимо отметить большое климатологическое значение циклонов, которые являются основными переносчиками и распределителями влаги с океанов на континент [1, 2]. Термический режим значительной территории Казахстана крайне разнообразен, что находится в прямой связи с его физико-географической неоднородностью и особенностями процессов климатообразующих факторов. Однако общим для термического режима Казахстана являются материковый тип годового хода температуры воздуха и повышенная континентальность его климатов [3, 4].

Как известно, климат Казахстана, резко континентальный и крайне засушливый. Продолжительность солнечного сияния, основного климатообразующего фактора, составляет 2300–2500 часов в год, максимум его приходится на июль. Величины годовых суммарных радиаций достигают около 110–120 ккал/см², а рассеянной — до 50 ккал/см². Средняя температура самого холодного месяца — января колеблется от –19 °С на севере, до –2 °С на юге страны. Абсолютный минимум составляет от –52° до –44 °С соответственно [3]. Погодные процессы весеннего времени характеризуются неустойчивым режимом. В летнее время над степными пространствами Казахстана под влиянием интенсивного прогревания воздуха устанавливается безоблачная сухая, жаркая погода. Средняя температура самого теплого месяца — июля колеблется от +18 °С до +27 °С. Максимальная температура воздуха в июле достигает +40–45 °С. Среднемесячная годовая температура воздуха на рассматриваемых станциях колеблется от 3,2 °С (Семей) до 8,8 °С (Алматы).

В таблице даны для сравнения среднемесячные значения среднегодовой температуры воздуха и среднегодовая температура за рассматриваемый период по различным станциям Казахстана [5]. В четвертой колонке приведена разница между ними — Δt °С, которая показывает тенденцию изменения среднегодовой температуры воздуха.

Т а б л и ц а

Сравнительные данные среднегодовой температуры воздуха на территории Казахстана

Город	Среднегодовое значение (по А.С.Утешеву)	Фактические данные за 18 лет [5] (1991–2007 гг.)	Температурный тренд Δt °С
Астана	1,4	3,4	+2,0
Актобе	3,6	5,2	+1,6
Алматы	8,7	9,4	+0,7
Аральск	4,4	8,8	+4,4
Караганда	2,5	3,7	+1,2
Семей	3,1	4,4	+1,3

Используя среднемесячные температуры воздуха, были подсчитаны среднегодовые температуры воздуха по всем станциям за рассматриваемые годы. На графиках по оси абсцисс отмечены годы, по оси ординат — среднегодовая температура воздуха в градусах по шкале Цельсия. На рисунке 1 приведен ход среднегодовой температуры воздуха г. Астаны за 1991–2007 гг. Самые высокие значения за последние 17 лет были отмечены в 1991, 1995 и 1997 гг. — 5,0; 4,45 и 4,47 °С соответственно, в то время как многолетняя среднегодовая температура составляет 3,36 °С.

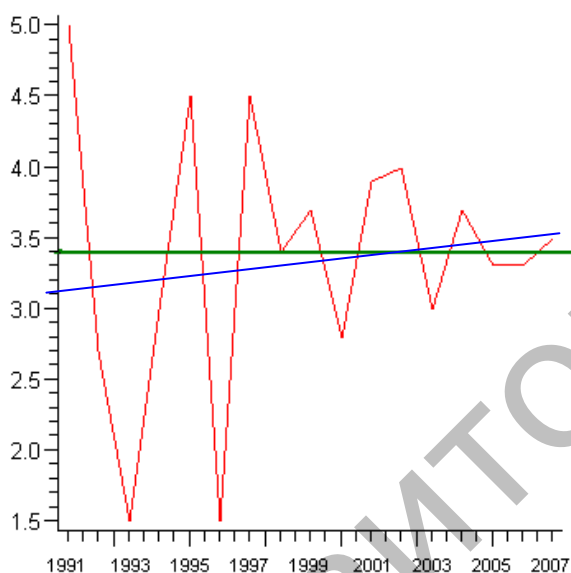


Рисунок 1. Изменение среднегодовой температуры воздуха в г. Астане за 1991–2007 гг. (горизонтальная линия — среднегодовая норма; возрастающая линия — температурный тренд)

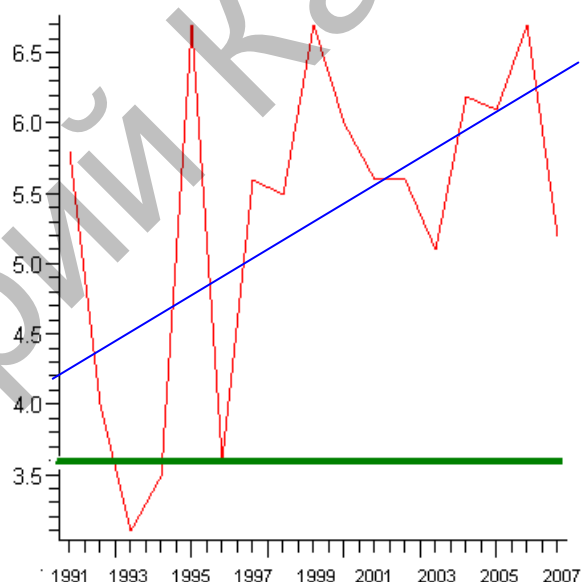


Рисунок 2. Изменение среднегодовой температуры воздуха в г. Актобе за 1991–2007 гг. (горизонтальная линия — среднегодовая норма; возрастающая линия — температурный тренд)

Минимальные среднегодовые значения отмечены в 1993 и 1996 гг.: 1,5 °С. Как видно из рисунка, с 1991 по 1995 гг. среднегодовая температура была ниже нормы в среднем на 0,8 °С. Начиная с 1998 г. значение рассматриваемого метеоэлемента около нормы. Осредненная среднегодовая температура за 17 лет оказалась 0,0 °С, т.е. соответствует норме.

На рисунке 2 показано изменение среднегодовой температуры воздуха г. Актобе за 1991–2007 гг. Самые высокие значения за рассматриваемые 17 лет были отмечены также в 1995 г., 1999 и в 2006 г.: 6,65 °С, 6,66 °С, и 6,86 °С соответственно, в то время как многолетняя среднегодовая температура составляет 3,6 °С. Минимальное среднегодовое значение отмечено в 1993 г.: 3,0 °С. Как видно из рисунка, с 1991 по 2007 гг. среднегодовая температура воздуха в Актобе была выше нормы в среднем на 1,5 °С. В 14 случаях из 17 было отмечено превышение среднегодовой температуры воздуха.

На рисунке 3 дан график изменения среднегодовой температуры воздуха г. Караганды за 1991–2007 гг. Самые высокие значения за 17 лет были отмечены в 2001 и 2002 гг. — 4,3 °С, при норме 3,4 °С. Ниже нормы на 1,5 градуса — в 1993 и 1996 гг., т.е. 1,9 и 2,0 °С соответственно. В остальные годы наблюдались среднегодовые температуры воздуха выше многолетней нормы, в 2003 г. — совпадение с многолетними данными.

На рисунке 4 приведен график хода среднегодовой температуры воздуха г. Аральска за 1991–2007 гг. Самые высокие значения среднегодовой температуры за последние 17 лет были отмечены в 2004 г. — 10,8 °С, в то время как многолетняя среднегодовая температура составляет +7,8 °С. Минимальное среднегодовое значение отмечено, как и в Актобе, в 1993 г.: 6,7 °С. Как видно из рисунка, с 1991 по 2007 гг. среднегодовая температура воздуха в Аральске была выше нормы в среднем на 1,3 °С. Среднегодовая температура за рассматриваемые годы составила +8,8 °С, т.е. на 1 градус выше нормы. В 14 случаях из 17 было отмечено превышение среднегодовой температуры воздуха, причем, как видно из графика, тенденция увеличения налицо.

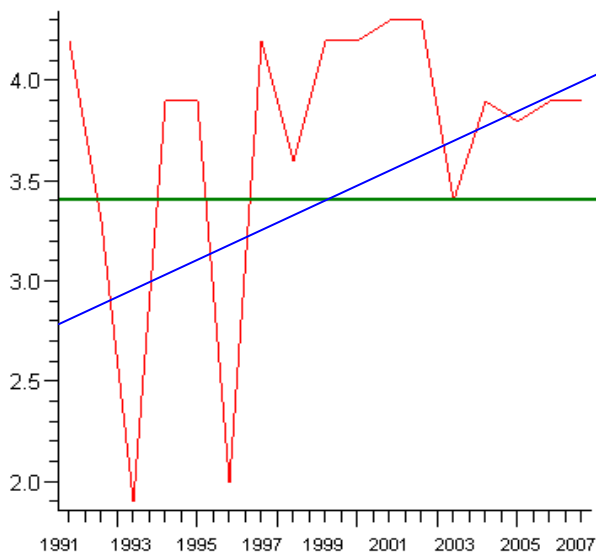


Рисунок 3. Изменение среднегодовой температуры воздуха в г. Караганде за 1991–2007 гг. (горизонтальная линия — среднееголетняя норма; возрастающая линия — температурный тренд)

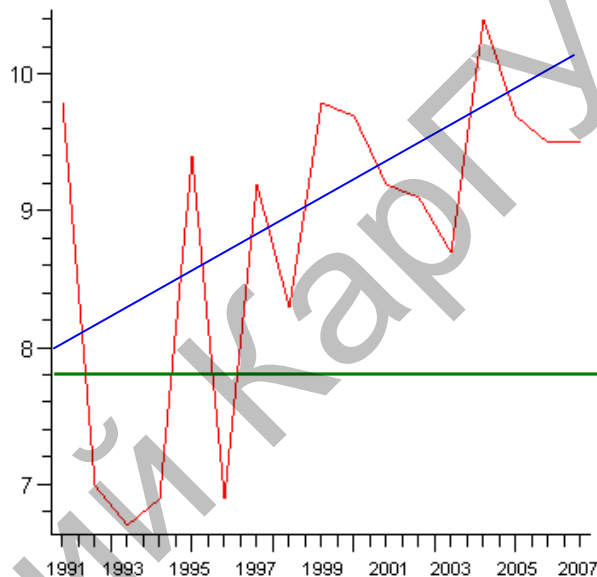


Рисунок 4. Изменение среднегодовой температуры воздуха в г. Аральске за 1991–2007 гг. (горизонтальная линия — среднееголетняя норма; возрастающая линия — температурный тренд)

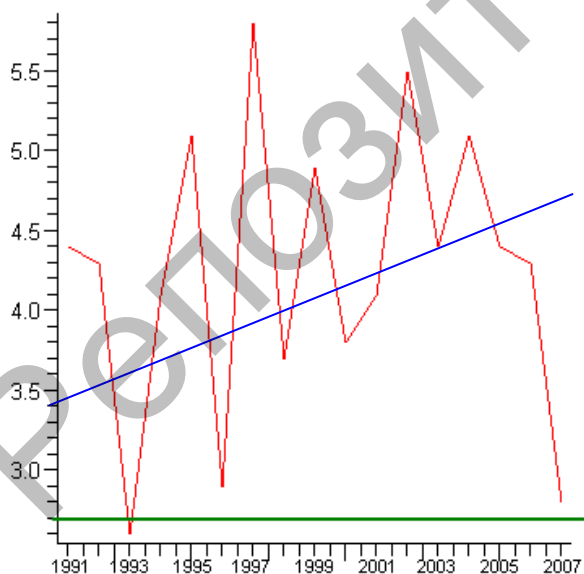


Рисунок 5. Изменение среднегодовой температуры воздуха в г. Семей за 1991–2007 гг. (горизонтальная линия — среднееголетняя норма; возрастающая линия — температурный тренд)

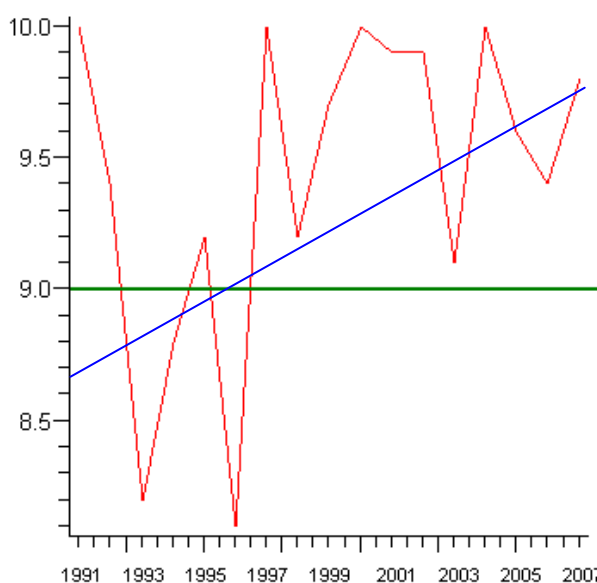


Рисунок 6. Изменение среднегодовой температуры воздуха в г. Алматы за 1991–2007 гг. (горизонтальная линия — среднееголетняя норма; возрастающая линия — температурный тренд)

На рисунке 5 показан график изменения среднегодовой температуры воздуха в г. Семей. Бросаются в глаза колебания среднегодовой температуры. Но в целом отмечается тенденция увеличения на фоне среднемноголетней: $3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $+0,9$ выше нормы. За рассматриваемый период только в трех случаях из 17 были отмечены значения, близкие к норме. Самые высокие значения зарегистрированы в 1997 г.: $+2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше нормы, т.е. $5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Как видно из рисунка 6, в г. Алматы в ходе среднегодовой температуры воздуха также отмечается тенденция к повышению — при норме $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ в среднем составляет $+0,4$ градуса. Ниже нормы на $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдалось в 1993 г., максимальное среднее значение наблюдалось в 2004 г.: $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Если построить среднюю линию хода температуры, то заметна также тенденция роста, как отмечалось выше.

В целом по Казахстану наблюдается тенденция к повышению средней годовой и средней сезонной температуры воздуха, причем в большей степени «теплеют» зимы. При сравнении сезонных трендов по разным регионам выделяется восточное побережье Каспия, где зима теплеет активнее, в то время как на юге положительная тенденция зимой и за год значительно слабее.

В результате проведенных расчетов изменения среднегодовых температур воздуха по станциям Казахстана была составлена карта распределения температурного тренда по территории республики (рис. 7) [6]. Как видно из рисунка, наибольшее изменение среднегодовой температуры воздуха в сторону ее повышения происходит в пустынной ландшафтной зоне, в районе Каспийского и Аральского морей, на юго-западе страны. В городе Аральске среднемноголетняя температура воздуха за период с 1991 по 2007 гг. увеличилась на $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Минимальное изменение среднегодовой температуры воздуха — в горных районах, на востоке и юго-востоке страны. В городе Алматы среднемноголетняя температура воздуха увеличилась на $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

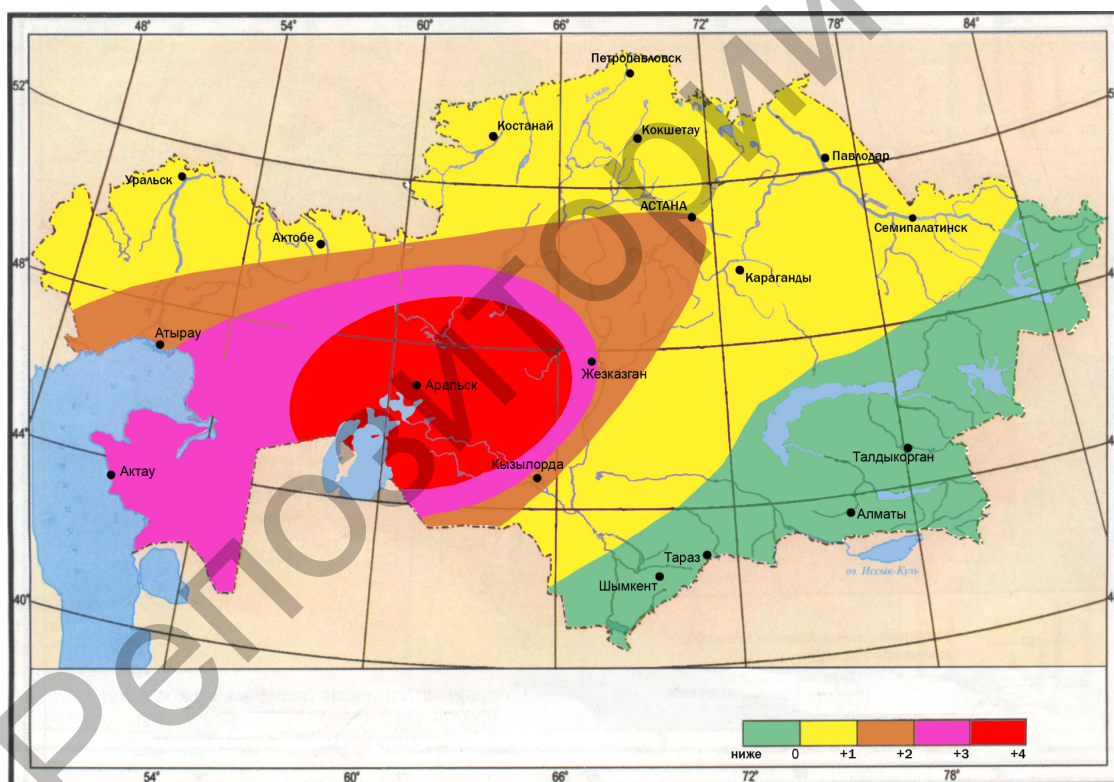


Рисунок 7. Распределение температурного тренда по территории Казахстана [6]

Также большая часть территории имеет тенденцию к возрастанию среднегодовой и среднемноголетней температуры воздуха. В городе Актобе среднегодовая температура воздуха увеличилась на $1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Астане на $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Караганде на $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Семипалатинске на $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отсюда можно сделать вывод, что степная зона также имеет тенденцию к повышению среднегодовой температуры воздуха. Температурный режим на территории Казахстана изменяется в основном в сторону потепления. Повышение температуры наблюдается практически повсеместно по Казахстану и во все сезоны года,

исключение — горные районы в весенний сезон. Характер потепления различается в зависимости от ландшафтных зон. Так, например, равнины в большей степени подвержены росту минимальных суточных температур (характеризующих температуру ночного времени суток), в то время как в горных районах в основном повышаются максимальные суточные температуры.

На данный момент наблюдается повышение уровня средней температуры на территории страны — в среднем порядка 1,8 °С за 100 лет, что более чем в 2 раза превышает мировые значения [7].

Прделанная работа подтверждает многочисленные данные о повышении уровня средней температуры воздуха на территории страны на 1,8 °С. Учитывая, что большую часть территории Казахстана занимают пустынные и полупустынные ландшафтные зоны, их экосистемы, в особенности сельское и водное хозяйство, являются уязвимыми к наблюдаемым аномалиям изменения климатических условий. В результате изменения климата границы зон увлажнения могут сдвинуться к северу и, следовательно, следует ожидать ухудшения условий увлажнения в регионе.

Метеорологическая и климатическая информация, с учетом природных ландшафтов, освоенности тех или иных районов, численности населения и прочее, способствует более эффективному использованию природного и промышленного потенциала региона и устойчивому развитию приоритетных отраслей экономики. Также результаты исследования и дальнейшие исследования по данной проблеме позволят вести качественный мониторинг температурного режима климата территории Казахстана.

Таким образом, можно отметить, что наряду с высокой уязвимостью наблюдается достаточно низкий адаптационный потенциал антропогенных систем Республики Казахстан. В этой связи разработка и проведение своевременных адаптационных мероприятий к предстоящему изменению климата являются весьма актуальной задачей, определенной также подписанием Киотского протокола многими странами [8, 9].

Выводы

1. На территории Казахстана на рассматриваемых пяти станциях из шести наблюдалось повышение среднегодовой температуры воздуха по сравнению со среднемноголетними значениями за 1991–2007 гг. Превышение составило от 0,4 °С (Алматы) до 1,8 °С (Актобе).

2. Близкие к норме значения наблюдались в Астане, т.е. здесь не отмечено отклонения среднегодовой температуры от среднемноголетней.

3. Повышение среднегодовой температуры наиболее заметно в пустынной зоне (Актобе, Аральск), наименее — в степной и в условиях горной высотной поясности.

Список литературы

- 1 Бudyko М.И. Изменения климата. — Л.: Гидрометиздат, 1974. — С. 82–109.
- 2 Воейков А.И. Воздействие человека на природу. — М.: Изд-во АН СССР, 1977. — С. 111–118.
- 3 Климат Казахстана / Под ред. А.С.Утешева. — Л.: Гидрометиздат, 1959. — С. 189–203.
- 4 Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3: Многолетние данные; Сер. 4: Климатические ресурсы. — Л.: Гидрометиздат, 1991. — 656 с.
- 5 Статистические данные о температуре воздуха метеостанций (данные таблицы ТМ-1) Казахстана за отдельные годы.
- 6 Жакатаева Б.Т., Павлова А.В. Колебания среднегодовой температуры воздуха на территории Казахстана: Materiały VI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Nauka: teoria i praktyka — 2010». (07–15 sierpnia 2010 roku). — Vol. 6. — Przemysl: Nauka i studia, 2010. — С. 60–63.
- 7 Жакатаева Б.Т. Тенденции изменения среднегодовой температуры воздуха на территории Казахстана // Вопросы географии Казахстана: Тр. Казахского географического общества. — Караганда: Изд-во КарГУ, 2010. — Т. 2. — С. 21–27.
- 8 http://www.nasa.gov/sitemap/sitemap_nasa.html.
- 9 www.kazhydromet.kz.

Б.Т.Жақатаева

Қазақстан аймағындағы температура үрдісінің кеңістік және уақыт бойынша өзгеру ерекшеліктері

Мақалада климаттық сипаттамалардың өзгеру ерекшеліктері мен оған әсер ететін факторлар қарастырылған. Қазақстан климатының ерекшелігіне тоқталып, критерий ретінде ортажылдық ауа температурасы алынған. 1991–2007 жылдардағы ортажылдық ауа температурасы әр аймақта орналасқан метеостанциялар бойынша есептеліп, өзгеру үрдісі қарастырылған. Әр ландшафтық зоналарда орналасқан қалалар бойынша ауытқулары анықталып, ауа температурасының нормадан ауытқуы табылған. Нәтижелері бойынша ауа температурасының ауытқуының географиялық таралуы талданып, температуралық тренд картасы құрастырылған. Қарастырылған аймақтағы термикалық режим өзгеруінің кеңістіктік және уақыт бойынша өзгеру ерекшелігі анықталған.

B.T.Zhakatayeva

Existential features of the temperature trend in territory of Kazakhstan

In article are considered features of change of the climatic data, the factors defining their change. The paper made a comparative analysis of the temperature trend in Kazakhstan. As the criterion is the average air temperature in cities located in different landscape zones. According to a study made generalizations on regime change in temperature. The analysis of feature of a climate of Kazakhstan is made, in particular, as criterion the mid-annual temperature of air from 1991–2007 years on the various meteorological stations RK located in various regions is taken. These average sizes were compared mean annual and are calculated deviations from norm. The card of a temperature trend on territory of Kazakhstan is made, allowing to judge features of existential change of a thermal mode of considered region.