

УДК 551.5 (075.8)

Доктор геогр. наук	В.С. Чередниченко *
Доктор геогр. наук	А.В. Чередниченко **
Канд. геогр. наук	Алексей В. Чередниченко **

О ЦИКЛИЧНОСТИ В РЯДАХ ТЕМПЕРАТУРЫ. НАЧАЛО ЦИКЛА ПОХОЛОДАНИЯ

ТИПЫ ЦИРКУЛЯЦИИ, ИНДЕКСЫ МАКРОЦИРКУЛЯЦИИ, ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ

Выделены и проанализированы циклы во временных рядах температуры. Показано, что после роста температуры с шестидесятых годов прошлого века с 2003 г. начался цикл интенсивного похолодания, охвативший к 2010 г. всю территорию Республики. Интенсивность похолодания высокая, около 2,0 °С за 10 лет.

В [6] были всесторонне рассмотрены особенности изменения климата над территорией Казахстана и найдена общая зависимость его колебаний от индексов общей циркуляции атмосферы НАО, индексов Багрова и Токарева. Там же было показано, что наблюдаемые колебания климата должны согласовываться с индексами макроциркуляции по Байдалу и Вангенгейму-Гирсу. В данной работе рассмотрена связь имеющихся колебаний температуры и осадков на территории Казахстана во взаимосвязи с индексами макроциркуляции. При этом временные ряды температуры и осадков по 45 станциям Казахстана были подвергнуты аппроксимации полиномом шестой степени, а также выполнен спектральный и гармонический анализ [2]. Расчеты выполнены по программе Statistica 7. Статистический анализ выполнен в соответствии с [1, 8]. Результаты анализа содержатся в [2]. Именно эти данные, анализируются в данной работе.

Климатическими колебаниями принято считать колебания с периодом в 10 и более лет. К настоящему времени такой подход считается общепринятым. В работе авторы рассматривают климатические колебания с периодом, превышающим 10 лет [4].

Для выбора климатических экстремумов воспользуемся результатами аппроксимации временных рядов температуры полиномом шестой

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

** Институт проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби

степени. [2]. За рассматриваемый период имели место климатические понижения температуры в 40...50-е, 80...90-е годы и похолодание, начавшееся с 2003 г., о котором было впервые сообщено в [6].

Периоды климатических максимумов температуры имели место в тридцатые годы, в 1966...1975 гг., в 1990...2000 гг., после этого началось интенсивное повсеместное понижение температуры.

Рассмотрим особенности и макроциркуляционные условия, при которых имели место перечисленные выше климатические экстремумы. Сначала рассмотрим все понижения, а затем повышения температуры.

На рис. 1 представлена карта с данными о времени наступления климатического минимума температуры в сороковые-пятидесятые годы на территории Республики. Изолинии подписаны последними двумя цифрами года. Амплитуды климатических колебаний температуры по ограниченному числу станций приведены в табл.

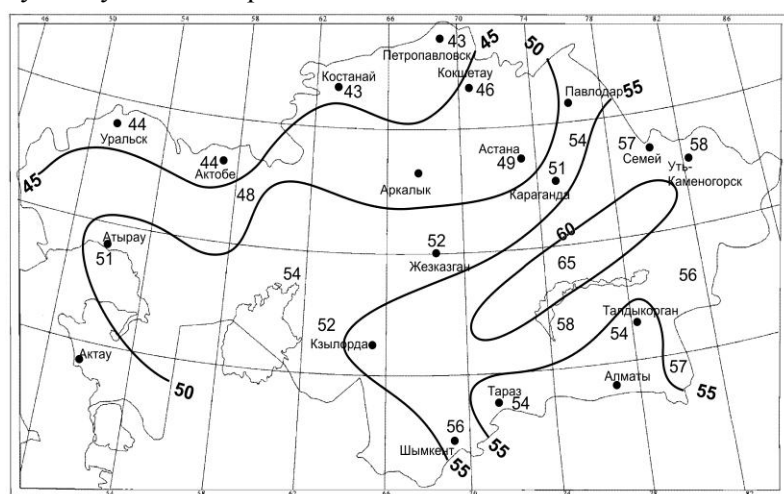


Рис. 1. Распространение по территории Казахстана климатического понижения температуры в сороковые-шестидесятые годы прошлого века.

Можно видеть, что понижение температуры началось почти одновременно на севере и северо-западе территории в 1943...1944 гг. и затем медленно распространялось к юго-востоку. Только в ранние пятидесятые оно достигло линии Павлодар-Джезказган-Аральск. В середине и во второй половине пятидесятых похолодание достигло юго-востока Казахстана. Данное похолодание не проявилось только в районе Балхаша [2]. В период с пятидесятых по семидесятые годы здесь имел место растянутый минимум.

Рассмотрим, как изменяется величина похолодания в направлении с северо-запада на юго-восток (табл.).

Амплитуды климатических колебаний температуры, °С

Станция	Экстремумы						
	max 30...40 гг.	min 40...50 гг.	max 65...75 гг.	min 80...90 гг.	max 2003 г	Вековая гармоника	0,5 веков. гармоника, год
Уральск	0,7	0,8	0,3	0,3	1,2	2,3	60
Иргиз	0,3	0,5	0,1	0,3	0,7	2,0	54
Караганда	0,3	0,4	0,4	0,4	1,1	2,1	51
Джезказган	0,6	0,6	0,2	0,3	0,1	2,4	53
Семипалатинск	1,0	1,0	0,1	0,1	1,5	2,4	51
Усть-Каменгорск	1,2	1,0	0,3	0,2	1,0	1,8	50
Кызылорда	0,9	0,9	0,1	0,2	0,3	2,9	50
Аральское море	0,6	0,5	0,1	0,1	1,0	2,7	50
Павлодар	0,2	0,3	0,1	0,1	1,3	1,9	42
Балхаш	0,3	-	0,3	-	0,1	1,4	-
Кустанай	0,8	0,9	0,3	0,3	0,7	2,8	54
Астана	0,2	0,3	0,2	0,3	0,8	2,6	54
Талдыкурган	0,4	0,5	0,3	0,2	0,7	2,6	52
Чимкент	1,0	0,6	0,3	0,4	0,3	1,8	50
Форт Шевченко	1,0	0,9	0,4	0,6	0,3	1,7	60

В Кустанае и Уральске величина похолодания составила 0,8 °С, в Иргизе и Джезказгане – 0,6 °С, в Павлодаре и Астане – 0,3 °С, в Семипалатинске и Усть-Каменгорске – 1,0 °С, в Чимкенте и Джамбуле – 0,6 °С. Таким образом, похолодание сороковых-пятидесятых годов было наиболее значимым на востоке Республики, а также на северо-западе и юго-востоке. Минимальным оно было в полосе Павлодар-Караганда-Балхаш, около 0,3 °С. при этом в Балхаше это похолодание вообще не выявлено.

Рассмотрим скорость и продолжительность рассматриваемого похолодания на территории Казахстана. В Уральске, Кустанае, Петропавловске оно началось в 1943...1944 гг. В Гурьеве (Атырау), Иргизе, Караганде в 1951 г., а в Семипалатинске и Кызылорде – в 1956...1957 гг. Весь процесс похолодания, таким образом, распространялся в течение 8...15 лет.

Второе похолодание девятнадцатого века согласно [2] имело место в восьмидесятые-девяностые годы (рис. 2). Оно началось около 1980 г. на севере территории (Петропавловск) и медленно смещалось во все стороны. Так, на линии Уральск-Актюбинск и Астана-Балхаш-Семипалатинск оно начало отмечаться только с 1988 г., в районе Джезказгане – с 1990 г. в

Усть-Каменогорске – с 1992 г. При этом южнее пятидесятой широты общая закономерность перемещения похолодания с севера на юг нарушается. Довольно быстро, практически одновременно с районом Павлодар-Астана-Актюбинск, похолодание наступает и на юге Казахстана (Тараз, Чимкент-Кзылорда). В то же время на востоке и в районе Арала оно наступает только в 1992 г.

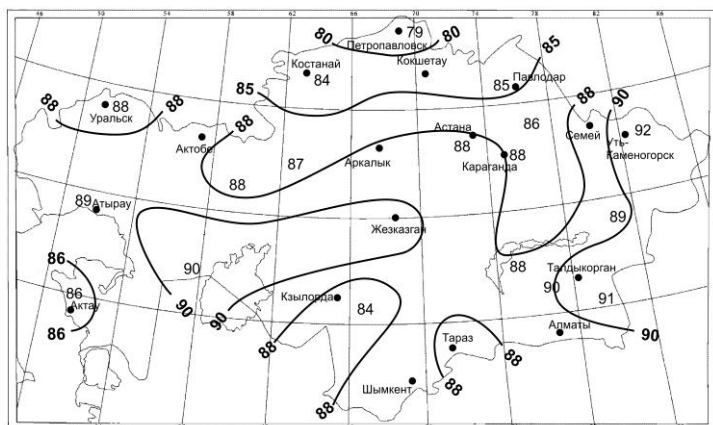


Рис. 2. Распространение по территории Казахстана климатического понижения температуры в восьмидесятые-девяностые годы прошлого века.

Амплитуда второго похолодания была повсеместно меньше, чем первого (табл.). Так, в Петропавловске, где похолодание началось, она составила около $0,2^{\circ}\text{C}$, столько же в Уральске, Актюбинске, Дзезказгане, Усть-Каменогорске. В то же время на юго-западе и на юге (Чимкент, Джамбул, Атырау) амплитуда похолодания достигала $0,6...0,9^{\circ}\text{C}$. В Восточной части Республики похолодание составило всего $0,1...0,3^{\circ}\text{C}$, а в Балхаше оно вообще не выделялось.

Третьим похолоданием авторы считают период, начавшийся с 2003 г. (рис. 3). Похолодание началось на северо-востоке территории и довольно быстро смещалось к юго-западу на район Чимкента. В Павлодаре оно было зафиксировано в 2003 г. несколько позже, с 2004 г., похолодание началось в районе Кустаная и оно тоже распространялось к юго-западу на район Атырау. К 2006 г. это похолодание уже охватило всю территорию Казахстана без исключения. Позже всего похолодание появилось в полосе Кызылорда – Астана. Таким образом, процесс начала похолодания охватил всю территорию Казахстана всего за 3...4 года.

Далее рассмотрим случаи климатических потеплений. Потепление началось на северо-западе в 1930...1935 гг., однако дальнейшее его продвижение по территории Казахстана происходило медленно (рис. 4).

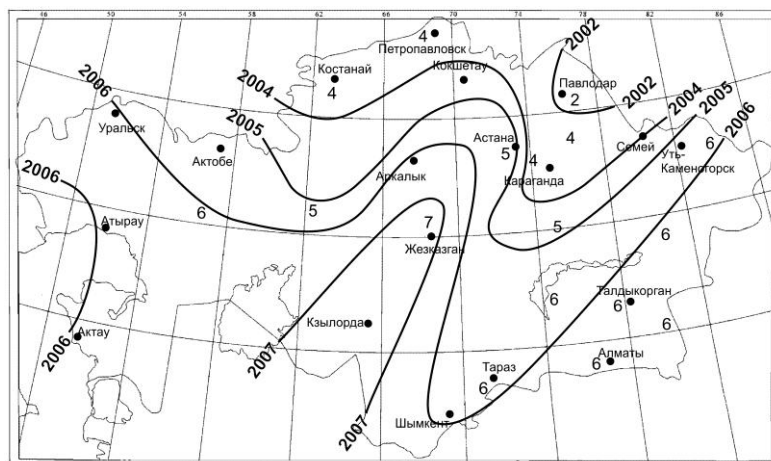


Рис. 3. Распространение по территории Казахстана похолодания, начавшегося в первой десятилетии нынешнего века и сменившего глобальное потепление.

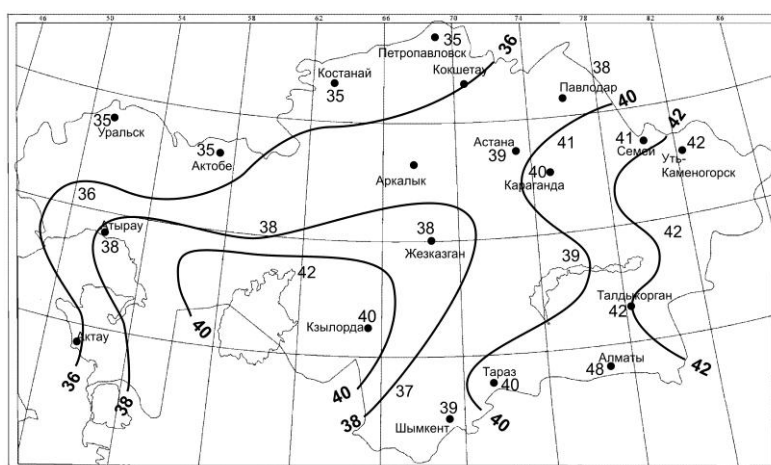


Рис. 4. Распространение по территории Казахстана потепления в тридцатые-сороковые годы 20 века.

Сама закономерность продвижения была нарушена. Так, в центральных и северо-восточных районах, а также в Балхаше и Чимкенте оно стало фиксироваться с 1939 г. В районе Арала, а также в восточной части Республики (Усть-Каменогорск) – в 1941...1942 гг.

Амплитуда потепления тридцатых-сороковых годов была наибольшей на юге и востоке Казахстана – около 1 °С (табл. 1). В центральных районах и на северо-востоке она была в пределах 0,3 °С.

Максимум в 65...70-е годы на всей территории просматривается слабо (табл.). Его амплитуда не превышает 0,5 °С на юге и западе Респуб-

лики, т.е. там, где она наибольшая. На северо-востоке и в районе Арала этот максимум едва заметен, 0,1...0,2 °С.

Распространение потепления 1966...1968 гг. по территории началось с северо-запада (рис. 5). С небольшим опозданием оно проявилось и на юге в районе Туркестана, 1969 г. В центральных районах потепление произошло в 1972...1973 гг., а на востоке и юго-востоке – только в 1976 г.

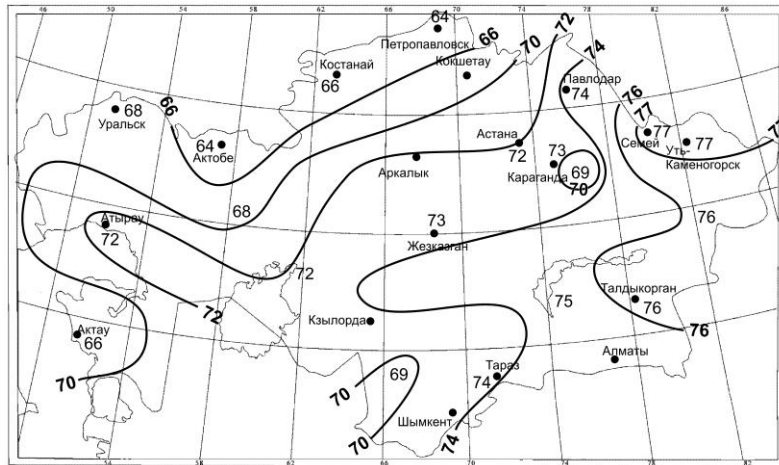


Рис. 5. Распространение по территории Казахстана потепления в шестидесятые-семидесятые годы 20 века.

Последнее потепление, с конца которого мы начали отсчитывать начало современного похолодания, началось в девяностые годы (рис. 2). Раньше всего потепление закончилось на северо-востоке в районе Павлодара, в 2002 г. (рис. 3). Оценить величину последнего потепления сложно, поскольку начавшееся после него похолодание ещё не закончилось. Тем не менее, если за амплитуду брать величину, отсчитанную от максимума температуры до минимума, куда она опустилась к 2010 г. в результате наблюдающегося похолодания, то можно получить довольно достоверную оценку последнего потепления и величину уже наблюдающегося похолодания одновременно. Эти данные содержатся в табл. в колонке «max 2003 г.».

Можно видеть, что величины довольно велики для климатических вариаций. На станциях, где похолодание началось раньше всего, амплитуда превышает 1 °С, а там, где позже – оно меньше (табл.). Со временем отмеченные величины могут измениться, поскольку они взяты на краю временного ряда [7]. Однако, мы можем видеть, что в максимуме последнего потепления, закончившегося около 2000 г. или несколько позже, имели место самые высокие температуры на территории Казахстана за по-

следние 100 лет. Только на отдельных станциях они уступают максимуму в тридцатые годы.

Проанализированные выше экстремумы температуры расположены на восходящей ветви периодического колебания с минимумом в пятидесятые годы и максимумом – около 2005 года, т.е. на восходящей ветви векового колебания, характерного для временных рядов температуры большинства станций. Поэтому прежде чем перейти к гармоническому анализу, мы оценили амплитуду этого колебания (табл.). Можно видеть (рис. 6), что эта амплитуда находится в диапазоне от 1,7 до 2,9 °С, т.е. она соизмерима с проявлениям нынешнего глобального потепления на территории Республики. Если это так, то начавшееся похолодание, тоже с волнами, будет глубоким, до 3 °С, и продолжительным, до 2030...2040 гг.

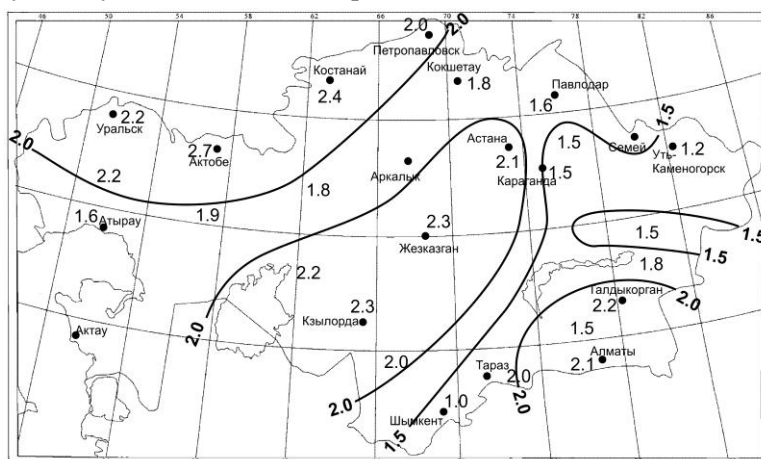


Рис. 6. Амплитуда вековой гармоник в временных рядах температуры.

Рассмотрим далее, как наши климатические экстремумы связаны с типами макроциркуляции. На рис. 7-9 представлен временной ход каждого из трех макротипов по [3, 4]. Можно видеть, что минимумы температуры в 40...50-е и в 80...90-е годы наблюдались при сходных условиях. Так, минимум 40...50-х годов имел место при амплитуде гармоник 103, 38 и 23 г. для индекса W и гармоник 98, 43 и 23 г. для индекса E близких к норме на фоне роста гармоник 58 лет и максимума гармоник 23 г. для индекса C.

Похолодание в 80...90-е годы имело место тоже при амплитудах гармоник индексов W и E близких к норме, а в гармониках индекса C в максимуме была сначала гармоника с периодом 8 лет, а затем гармоника с периодом 23 г. Гармоника с периодом 53 г. была в минимуме. Соответственно, данное похолодание по амплитуде было слабее первых двух.

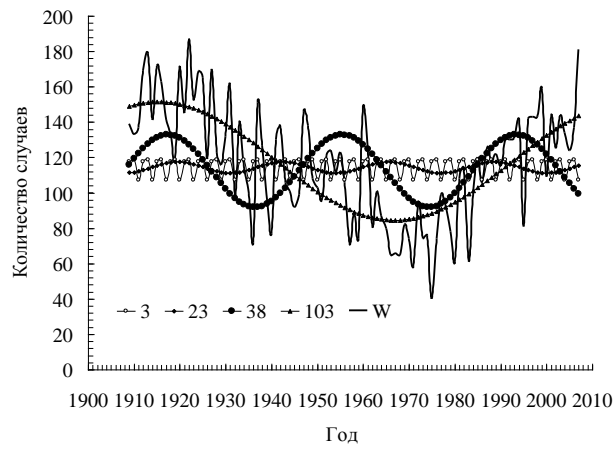


Рис. 7. Гармонический анализ индекса W.

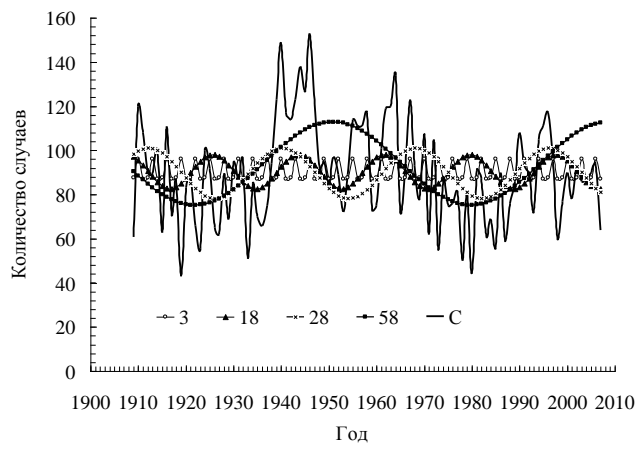


Рис. 8. Гармонический анализ индекса C.

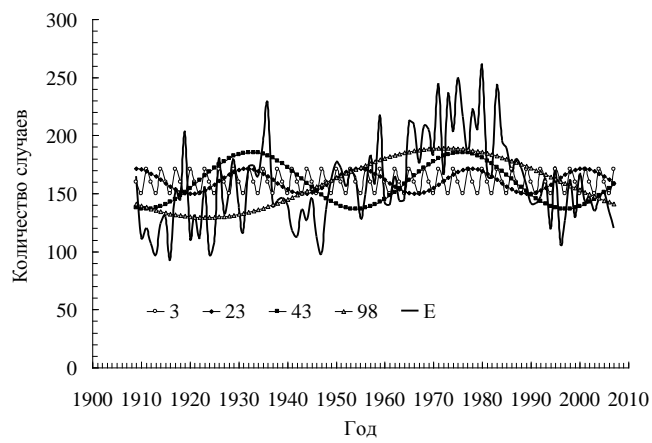


Рис. 9. Гармонический анализ индекса E.

Потепление в 30...40-е, а также в 65...70-е годы имело место тоже при очень сходных макроциркуляционных условиях, а именно:

- первое потепление при близкой к норме амплитуде вековой (103 г.) и минимуме гармонике 38 лет индекса W. При минимуме гармонике 23 г. и ниже нормы гармонике 58 лет индекса С, но при максимумах гармоник 43 и 23 г. индекса Е;
- второе потепление – при близкой к норме гармонике 103 г. и ниже нормы гармонике 38 лет индекса W, при ниже нормы гармонике 58 лет и минимуме гармонике 23 г. индекса С, но при максимумах гармоник 43 и 23 г. индекса Е.

Потепление 1966...1975 гг. имело место при близких к минимуму гармониках 103 г. и 38 лет для индекса W, при максимуме гармонике 23 г. и близкой к норме гармонике 58 лет для индекса С но при максимумах или близких к максимуму гармониках 98, 43 и 23 г. для индекса Е.

Следовательно, понижение температуры имеет место при ослабленных или близких к норме гармониках W и Е, но выше нормы при гармониках типа С.

Повышение температуры наблюдаются при ослабленных или близких к норме величинах гармоник для индексов W и С, но при максимумах гармоник для индекса Е.

Полученные нами закономерности могут служить основной для построения сценариев климатических колебаний температуры на основе ожидаемого изменения индексов макроциркуляции атмосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Бабкин А.В. Методология оценки периодичностей изменений уровня и элементов водного баланса Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 2005. – №11. – С. 63-73.
2. Временные ряды температуры и осадков. Статистический анализ. / Александр В. Чередниченко, Алексей В.Чередниченко, В.С. Чередниченко. – Алматы, 2013. – 365 с.
3. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. –280 с.
4. Груза Г.В, Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. – С. 50-68.

5. Дмитриев А.А., Беязо В.А. Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. – СПб.: Гидрометеоздат, 2006. – 358 с.
6. Чередниченко А.В. Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапасаов облачности. – Бишкек.: Илим, 2009. – 260 с.
7. Current trends of temperature variations in the territory of Kazakhstan / Cherednichenko Alexander V., Cherednichenko Alexey V., Cherednichenko V.S. / Sustainable development of Asian countries, water resources and biodiversity under climate: Proceedings of AASSA Regional Workshop / Compilation by Bezmaternykh D.M., Troshkin D.N. // Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IWEP SB RAS), Barnaul, 2013. – PP. 47-55.
8. Sneyers R. On the statistical analysis of series of observations. WMO. Technical Note, 143, 1990. – 190 p.

Поступила 3.04.2014

Геогр. ғылымд. докторы	В.С. Чередниченко
Геогр. ғылымд. докторы	А.В. Чередниченко
Геогр. ғылымд. канд.	Алексей В. Чередниченко

ТЕМПЕРАТУРА ҚАТАРЫНДАҒЫ ЦИКЛДІЛІК ТУРАЛЫ. СУУ ЦИКЛІНІҢ БАСТАЛУЫ

Температураның уақыттық қатарының циклдері атап көрсетіліп, талданды. Өткен ғасырдың алпысыншы жылдарында басталған температураның жоғарылауы 2003 ж. бастап 2010 ж. қамтыған қарқынды суу циклі Республика аумағында басталғаны көрсетілген. Суу қарқыны жоғары, 10 жылда шамамен 2,0 °C құрады.