

УДК 551.461 (575.2) (04)

ВРЕМЕННОЙ ХОД И ТРЕНДЫ АБСОЛЮТНЫХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА НАД ТЕРРИТОРИЕЙ СЕ- ВЕРНОГО–СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КЫРГЫЗСТАНА

М.В. Перова – соискатель

Based on data of meteorological station in Chui valley and foothills the linear trends were calculated. Time variations were analyzed in seasonal and annual extreme air temperature.

Абсолютная минимальная и максимальная температуры воздуха, под которыми понимаются самая низкая и самая высокая температуры, наблюдающиеся в течение года, являются важными климатическими характеристиками. Их знание позволяет судить о степени континентальности климата региона, возможных самых низких температурах зимой и самых высоких летом, т.е. о максимальном диапазоне ее колебаний в году.

В условиях наблюдающегося климатического потепления изменяются не только средние, но и экстремальные температуры. Эти изменения могут происходить как за счет смещения одной из них, так и обеих вместе. Поэтому при исследованиях изменений климата наряду с оценкой изменения средних температур воздуха необходима также оценка экстремальных температур.

В нашем исследовании приведены анализ временного хода экстремальных температур и оценка их трендов за весь имеющийся период инструментальных наблюдений с 1915 по 2005 гг. по данным трех метеостанций Северного-Северо-Западного Кыргызстана, что позволяет значительно расширить имеющиеся представления о наблюдающемся изменении климата этого региона [1, 3–8].

Рассчитанные уравнения линейных трендов, коэффициенты трендов β ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), стандартные ошибки трендов σ_{β} , доверитель-

ный интервал, позволяющий судить о значимости β на уровне доверительной вероятности 0,95 [2] приведены по 3 станциям, характеризующим днище Чуйской долины (МС Бишкек, 1936–2004 гг.), (МС Токмок, 1936–2000 гг.) и нижнюю часть склонов (МС Байтык, 1915–2005 гг.).

Днище долины. В подгорной части Чуйской долины временной ход абсолютных минимальных температур воздуха за год имеет сильные изменения, т.е. характеризуется большой междугодовой изменчивостью (МС Бишкек, 1936–2004 гг.). Диапазон колебаний за 69 лет составил $21,4^{\circ}\text{C}$ с максимумом $-12,6^{\circ}\text{C}$ (1992 г.) и минимумом $-34,0^{\circ}\text{C}$ (1951 г.). Однако, несмотря на сильную междугодовую изменчивость, хорошо видна тенденция повышения годовой минимальной температуры от начала (1936 г.) к концу ряда (2004 г.).

Коэффициент линейного тренда очень большой и равен $\beta=1,12^{\circ}\text{C}/10$ лет, что в пересчете на 100 лет дает повышение температуры на $11,2^{\circ}\text{C}$. Тренд значим на уровне доверительной вероятности $p=0,95$.

Временной ход абсолютных минимальных температур воздуха за январь также характеризуется большой междугодовой изменчивостью. Диапазон колебаний за 69 лет составил $22,2^{\circ}\text{C}$ с максимумом $-9,7^{\circ}\text{C}$ (2004 г.) и минимумом $-31,9^{\circ}\text{C}$ (1969 г.). Коэффициент линейного тренда значителен, $\beta=0,84^{\circ}\text{C}/10$ лет, т.е.

вклад январских температур в общее годовое повышение минимальных температур наибольший. Тренд значим на уровне доверительной вероятности $p=0,95$.

Весной (апрель) и осенью (октябрь) изменения минимальных температур значительно уменьшаются, $16,7$ и $18,2^{\circ}\text{C}$ соответственно. Однако заметной тенденции к их повышению от начала к концу периода не наблюдается. Рассчитанные линейные тренды $\beta(\text{апрель})=0,25^{\circ}/10$ лет и $\beta(\text{октябрь})=0,09^{\circ}/10$ лет хотя и положительны, но статистически не значимы.

Летом (июль) колебания малы – $8,8^{\circ}\text{C}$. Тем не менее, наблюдается устойчивая тенденция повышения абсолютных минимальных температур воздуха. Положительный тренд $\beta=0,23^{\circ}\text{C}/10$ лет значим на уровне доверительной вероятности $0,95$.

Временной ход максимальной за год температуры воздуха имеет значительно меньшую по сравнению с минимальной температурой междугодовую изменчивость. Диапазон колебаний за 69 лет составил $11,2^{\circ}\text{C}$ с максимумом $42,8^{\circ}\text{C}$ (1983 г.) и минимумом $31,6^{\circ}\text{C}$ (1985 г.). Коэффициент тренда максимальных температур мал и незначим, $\beta=0,14^{\circ}/10$ лет.

Временной ход максимальной за январь температуры воздуха имеет также небольшую изменчивость – $12,1^{\circ}\text{C}$. Коэффициент тренда хотя и меньше, чем тренд минимальных температур, но значим и значим, $\beta=0,39^{\circ}\text{C}/10$ лет, что в пересчете на 100 лет дает повышение температуры на $3,9^{\circ}\text{C}$.

Весной (апрель), летом (июль) и осенью (октябрь) колебания максимальных температур незначительны и равны соответственно $12,2$, $11,2$ и $15,1^{\circ}\text{C}$. Однако заметной тенденции к их повышению от начала к концу периода не наблюдается. Рассчитанные линейные тренды $\beta(\text{апрель})=0,01^{\circ}/10$ лет, $\beta(\text{июль})=-0,03^{\circ}/10$ лет и $\beta(\text{октябрь})=0,17^{\circ}/10$ лет статистически не значимы.

Интересно сравнить данные МС Бишкек и МС Токмок, расположенные в Чуйской долине примерно на той же высоте, но на 60 км восточнее, где гораздо чаще наблюдаются фёны [3]. Установлено, что на МС Токмок (1936–2000 гг.) временной ход абсолютных минимальных температур воздуха за год так же, как

и в Бишкеке, имеет сильный колебательный характер, диапазон колебаний за 65 лет составил $19,3^{\circ}\text{C}$ с максимумом $-14,9^{\circ}\text{C}$ (1992 г.) и минимумом $-34,2^{\circ}\text{C}$ (1951 г.), что совпадает с наступлением экстремумов в Бишкеке. Тенденция повышения минимальной температуры от начала к концу ряда прослеживается еще лучше, чем в Бишкеке – коэффициент тренда $\beta=1,19^{\circ}\text{C}/10$ лет, что в пересчете на 100 лет дает повышение температуры на $11,9^{\circ}\text{C}$. Тренд значим на уровне доверительной вероятности $p=0,95$.

Диапазон колебаний абсолютных минимальных температур воздуха по МС Токмок за январь составил $23,2^{\circ}\text{C}$ с максимумом $-10,7^{\circ}\text{C}$ (1986 г.) и минимумом $-33,9^{\circ}\text{C}$ (1969 г.). Коэффициент тренда январских минимальных температур наибольший в году, $\beta=0,74^{\circ}\text{C}/10$ лет. Тренд значим на уровне доверительной вероятности $p=0,95$.

Весной (апрель) и осенью (октябрь) колебания минимальных температур меньше, $20,7^{\circ}\text{C}$ и $13,5^{\circ}\text{C}$ соответственно. Тенденции к их повышению от начала к концу периода не наблюдается. Весной тренд $\beta(\text{апрель})=0,37^{\circ}/10$ лет хотя и положителен, но статистически не значим. Осенью тренд $\beta(\text{октябрь})=-0,04^{\circ}/10$ лет отрицателен и незначим.

Летом (июль) колебания малы $-7,3^{\circ}\text{C}$. Тем не менее, наблюдается устойчивая тенденция повышения абсолютных минимальных температур воздуха, причем значительно, чем в Бишкеке, за счет особенностей орографического положения – здесь часты фёны. Положительный тренд $0,34^{\circ}\text{C}/10$ лет значим на уровне доверительной вероятности $0,95$.

Временной ход максимальной за год температуры воздуха имеет значительно меньшую по сравнению с минимальной температурой междугодовую изменчивость – $8,3^{\circ}\text{C}$ с максимумом $42,6^{\circ}\text{C}$ (1983 г.) и минимумом $34,3^{\circ}\text{C}$ (1972 г.). Тем не менее, наблюдается устойчивый рост максимальных температур – коэффициент тренда максимальных температур высокий, $\beta=0,45^{\circ}/10$ лет и значим.

Зимой (январь), весной (апрель) и осенью (октябрь) колебания максимальных температур небольшие и равны соответственно $13,6$, $14,5$ и $14,5^{\circ}\text{C}$. Однако заметной тенденции к их повышению от начала к концу периода не

наблюдается. Рассчитанные линейные тренды β (январь)= $0,321^\circ/10$ лет, β (апрель)= $0,19^\circ/10$ лет и β (октябрь)= $0,05^\circ/10$ лет статистически не значимы.

Временной ход максимальной за июль температуры воздуха имеет наименьшую изменчивость в году, диапазон колебаний составил $10,3^\circ$. Коэффициент тренда значим, $\beta=0,31^\circ\text{C}/10$ лет, что в пересчете на 100 лет дает повышение температуры на $3,1^\circ\text{C}$.

Очень интересным было бы сопоставление полученных выше результатов с данными для МС Жаны-Жер, расположенной в самой нижней части долины, где наблюдаются наиболее интенсивные инверсии температуры. К сожалению, мы располагали обработанными данными только за последние 14 лет (1991–2004 гг.), и их статистическая интерпретация не может выходить за рамки этого периода. Получено, что положительный тренд для минимальных температур значим только для января и неправдоподобно высок ($\beta=8,85^\circ\text{C}/10$ лет). Тренды максимальных температур также очень высоки, но статистически незначимы. Из этого следует только один вывод: в последнее 14-летие и минимальная, и максимальная температуры зимой имели тенденцию к сильному повышению, которое, однако, из-за малого ряда наблюдений пока нельзя считать статистически значимым и распространять за пределы периода наблюдений.

Аналогично короткий 14-летний ряд (1991–2004 гг.) имеется и по Таласской долине. Он дает очень большие (неправдоподобные) положительные и значимые β для минимальных температур в январе и июле ($\beta=10,1^\circ\text{C}/10$ лет для января и $\beta=3,5^\circ\text{C}/10$ лет для июля) и не значимые β для максимальных температур во все сезоны, т.е. здесь можно сделать только такой же вывод, как и по МС Жаны-Жер.

Нижняя часть склонов. Диапазон колебаний за 90 лет годовых абсолютных минимальных температур воздуха (МС Байтык, 1915–2004 гг.) составил $16,8^\circ\text{C}$, меньше, чем в долине на $4,6^\circ\text{C}$, с максимумом $13,4^\circ\text{C}$ (1991 г.) и минимумом $-30,2^\circ\text{C}$ (1919 г.). Тенденция значимого повышения минимальной температуры от начала к концу ряда прослеживается только для годовых абсолютных минимальных

температур – коэффициент $\beta=0,31^\circ\text{C}/10$ лет, что в пересчете на 100 лет дает повышение температуры на $3,1^\circ\text{C}$.

Зимой (январь) и осенью (октябрь) наблюдался рост минимальной температуры воздуха. Коэффициенты тренда положительны и незначимы, $\beta=0,24^\circ\text{C}/10$ лет и $\beta=0,13^\circ\text{C}/10$ лет.

Весной (апрель) и летом (июль) отмечается тенденция к понижению абсолютных минимальных температур. Тренды – β (апрель)= $-0,05^\circ/10$ лет и β (октябрь)= $-0,04^\circ/10$ лет – отрицательны и незначимы.

Временной ход годовой максимальной температуры воздуха имеет значительно меньший по сравнению с минимальной температурой диапазон колебаний – $7,8^\circ\text{C}$. Устойчивого роста годовых максимальных температур не наблюдается – коэффициент тренда максимальных температур мал и незначим, $\beta=0,08^\circ/10$ лет.

По сезонам, т.е. зимой (январь), весной (апрель), летом (июль) и осенью (октябрь) колебания максимальных температур небольшие $10,0\dots, 15,1^\circ\text{C}$. Однако значимая тенденция к их повышению от начала к концу периода наблюдается только зимой, β (январь)= $0,21^\circ/10$ лет. В остальные сезоны рассчитанные коэффициенты малы и статистически не значимы: β (апрель)= $0,20^\circ/10$ лет, β (июль)= $0,07^\circ/10$ лет и β (октябрь)= $0,16^\circ/10$ лет.

Таким образом, в центральной и восточной частях днища Чуйской долины, по данным МС Бишкек и Токмок, в XX в. наблюдалась хорошо выраженная тенденция роста абсолютных минимальных температур, которая оказалась статистически значимой за год, зимой (январь) и летом (июль). Максимальные температуры дали значительный тренд зимой (январь) в центральной части долины, а по данным МС Токмок они значимо повышались летом (июль) и, как следствие, в целом за год. В результате одновременный рост январских минимальных температур (на $8,4^\circ\text{C}/100$ лет и на $7,4^\circ\text{C}/100$ лет) и максимальных (на $3,9^\circ\text{C}/100$ лет и на $3,4^\circ\text{C}/100$ лет) привел в конце XX в. к существенному снижению относительной суровости зим, характерных для Чуйской долины.

В нижней части склонов ССЗК, по данным МС Байтык, наблюдалась хорошо выраженная

тенденция роста абсолютных минимальных температур, которая оказалась статистически значимой лишь в целом для года. Максимальные температуры повышались значимо только зимой (январь).

Литература

1. Атлас Киргизской ССР. Т. 1. Природные условия и ресурсы. – М.: ГУГК СССР, 1987. – 157 с.
2. *Закс А.* Статистическое оценивание / Пер. с нем.; Под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. – М.: Статистика, 1976. – 559 с.
3. Климат Киргизской ССР / Под ред. З.А. Рязанцевой. – Фрунзе: Илим, 1965. – 292 с.
4. Климат Фрунзе / Под ред. Е.С. Скиба, Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 136 с.
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. – Вып. 32. Киргизская ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 375 с.
6. *Подрезов О.А., Бакиров К.Б., Закурдаев А.А., Маяцкая И.А.* Современный климат Кыргызстана и сценарии его изменений в 21 веке // Вестник КРСУ. – 2002. – Т. 2. – №4. – С. 92–100.
7. *Подрезов О.А., Перова М.В.* Климатические параметры отопительного периода на территории Северного Кыргызстана // Вестник КРСУ. – 2006. – Т. 6. – №5. – С. 153–159.
8. *Подрезов О.А.* Горная метеорология и климатология. – Бишкек: Изд. КРСУ, 2000. – 270 с.