

УДК 551.506 (575.2-17)

6. СОВРЕМЕННОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА СЕВЕРНОГО И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КЫРГЫЗСТАНА В ПОЛЕ СРЕДНИХ МАКСИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

О.А. Подрезов, А.О. Подрезов

По многолетним данным 10 метеостанций рассматривается с учетом орографии и высоты местности современное потепление климата ССЗК в поле средних максимальных температур, характеризующих максимальные в суточном ходе дневные температуры, в различные сезоны года для трех временных периодов: 1930–1975 гг. (стабильный мировой климат), 1976–2010 гг. (потепление мирового климата), а также всему анализируемому периоду в целом (1930–2010 гг.).

Ключевые слова: Северный и Северо-Западный Кыргызстан; современное потепление климата; поле средних максимальных (дневных) температур.

6. ОРТОЧО МАКСИМАЛДУУ ТЕМПЕРАТУРАЛАР МЕЙКИНДИГИНДЕ ТҮНДҮК ЖАНА ТҮНДҮК-БАТЫШ КЫРГЫЗСТАНДЫН КЛИМАТЫНЫН УЧУРДАГЫ ЖЫЛЫЙ БАШТАШЫ

Бул макалада 10 метеостанциянын көп жылдык маалыматтары боюнча орографияны жана жер шартынын бийиктигин эске алуу менен, үч убакыт мезгили үчүн: 1930–1975-жж. (туруктуу дүйнөлүк климат), 1976–2010-жж. (дүйнөлүк климаттын жылый башташы), ошондой эле жалпы талданып жаткан мезгилге карата (1930–2010-жж.) жылдын ар кандай мезгилинде максималдуу күндүзгү температураны мүнөздөгөн орто максималдуу температуралар мейкиндигинде Түндүк жана Түндүк-Батыш Кыргызстандын климатынын учурдагы жылый башташы каралат.

Түйүндүү сөздөр: Түндүк жана Түндүк-Батыш Кыргызстан; климаттын учурдагы жылый башташы; орто максималдуу (күндүзгү) температуралар мейкиндиги.

6. MODERN CLIMATE WARMING OF THE NORTHERN AND NORTH-WESTERN KYRGYZSTAN IN THE FIELD OF THE AVERAGE MAXIMUM TEMPERATURES

О.А. Podrezov, А.О. Podrezov

According to the long-term data of 10 meteorological stations is considered taking into account orography and height of the area, and modern climate warming of the NNWK in the field of the average maximum temperatures, characterizing the maximum daily temperatures in the daily course in different seasons, corresponding to three time periods: 1930–1975 (stable world climate), 1976–2010 (global warming) and also all analyzed period in general (1930–2010).

Keywords: Northern and North-Western Kyrgyzstan; modern climate warming; field of the average maximum (daily) temperatures.

Введение. Настоящая статья является шестой в серии из 7 статей, предложенных в [1] для детального рассмотрения вопроса об изменении в полях различных температур современного климата Северного и Северо-Западного Кыргызстана (ССЗК), включающего Чуйскую, Таласскую и Чон-Кеминскую долины с обрамляющими их горными хребтами (рисунок 1). В статье рассматривается потепление территории ССЗК в поле средних максимальных месячных температур воздуха, которые характеризуют средние месячные послеполуденные

температуры в различные сезоны года. Как и в [1], скорости изменения этих температур от года к году характеризуются коэффициентами линейных трендов b_1 , b_2 и b_3 в три различных периода: 1930–1975 гг., когда мировой климат был стабилен, 1976–2010 гг., когда шло его существенное потепление, и 1930–2010 гг. как период инструментальных наблюдений метеостанций в целом. Другой характеристикой служат трендовые оценки изменения самих температур – ΔT_{46} , ΔT_{35} и ΔT_{81} , – рассчитанные по значениям b за периоды 46, 35 и 81 год.

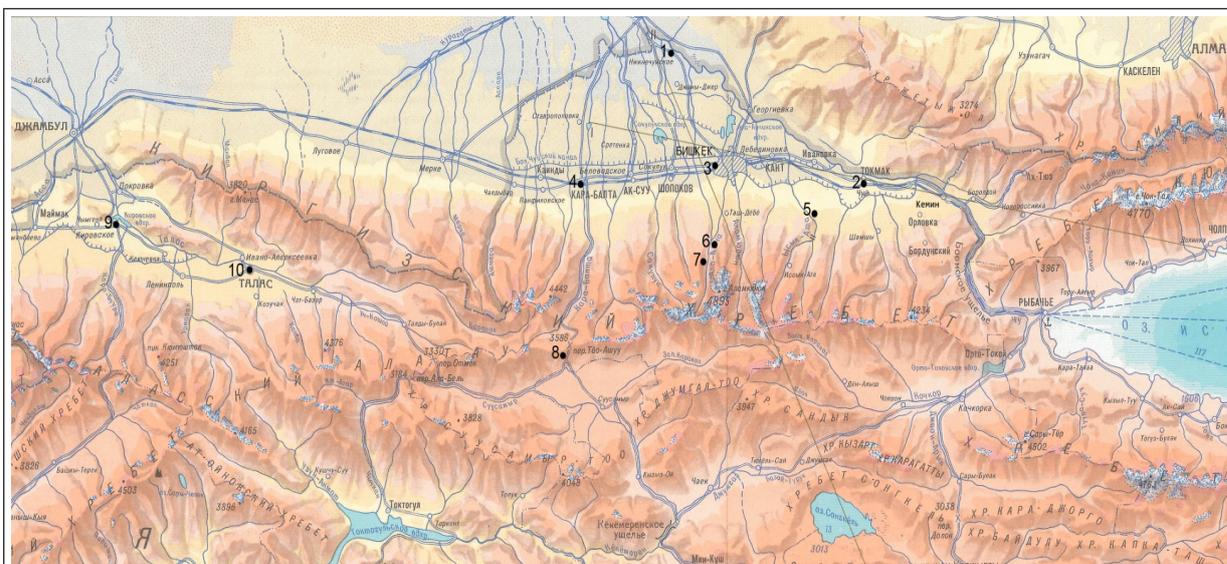


Рисунок 1 – Физико-географическая карта ССЗК с расположением использованных метеостанций
 Расположение, высота и период наблюдений станций:

| | |
|--|---|
| 1. Жаны-Жер/Чуйская (0,60 км) – север Чуйской долины, ее ось в нижней части (1973–2009 гг.) | 6. Байтык (1,58 км) – низкогорная зона северного склона Киргизского хребта (1915–2009 гг.) |
| 2. Токмак (0,82 км) – восток Чуйской долины, ее ось в верхней части (1932–2009 гг.) | 7. Альплагерь (2,13 км) – долина р. Ала-Арча, среднегорная зона Киргизского хр. (1979–2009 гг.) |
| 3. Бишкек (0,76 км) – центр Чуйской долины, подгорная равнина (1928–2009 гг.) | 8. Тюя-Ашу южная (3,23 км) – Пригребневая зона южного склона Киргизского хребта (1954–2009 гг.) |
| 4. Карабалта/Калининское (0,77 км) – запад Чуйской долины, подгорная равнина (1980–2009 гг.) | 9. Кировское (0,86 км) – нижняя зона (ось) днища Таласской долины (1944–2009 гг.) |
| 5. Бссык-Ата/Юрьевка (1,03 км) – подножье Киргизского хребта (1957–2009 гг.) | 10. Талас (1,22 км) – средняя зона (ось) днища Таласской долины (1930–2009 гг.) |

Напомним [1], что осредненно для всей территории ССЗК в поле средних годовых температур в 1930–2010 гг. потепление шло со средней скоростью $b_3 = 0,187 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$ ($\Delta T_{81} = 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$), причем в период 1976–2010 гг. эта скорость была в 4 раза выше ($b_2 = 0,270 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$, $\Delta T_{35} = 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$), чем в предшествующие 1930–1975 гг. ($b_1 = 0,065 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$, $\Delta T_{46} = 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$). Для средних январских температур эта картина выражена более резко: $b_2 = 0,564 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$ и $\Delta T_{35} = 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$, тогда как $b_1 = 0,077 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$ и $\Delta T_{46} = 0,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Показательно, что в остальные сезоны года в два этих периода могло наблюдаться как потепление, так и похолодание. Однако в целом для 1930–2010 гг. имело место только потепление, причем минимальным оно было летом ($\Delta T_{81} = 0,4 \text{ }^\circ\text{C}$), а в переходные сезоны весной и осенью наблюдалось примерно одинаковым – $\Delta T_{81} = 1,1$ и $\Delta T_{81} = 1,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Методика исследований подробно изложена в наших предыдущих работах [1–5], и поэтому здесь ее касаться не будем. Приведем лишь карту изучаемой территории с указанием высоты и ха-

рактеристики расположения метеостанций (рисунок 1), которая необходима для четкой интерпретации полученных результатов для такой орографически сложной горной территории.

К сожалению, разные метеостанции имеют различный период наблюдений, что затрудняет проведение климатического анализа. Условно принято, что станции, имеющие общий период наблюдений достаточно близкий к интервалу 1930–2010 гг., отнесены к длиннорядным. Получаемые по ним результаты и выводы наиболее достоверны. Поэтому различного рода осредненные по станциям характеристики рассчитывались только по наблюдениям длиннорядных станций. Станции с более коротким периодом считались короткорядным (в таблице 1 они отмечены звездочкой), и их данные приведены в таблице в качестве дополнительных. Для них расчетные оценки найдены только для одного из периодов, который был близок к одному из двух принятых стандартных.

Всего оказалось только 5 длиннорядных станций – Токмак (0,82 км, 1932–2009 гг.), Бишкек (0,76 км,

1928–2009 гг.), Кировское (0,86 км, 1944–2009 гг.), Талас (1,22 км, 1930–2009 гг.) и Байтык (1,58 км, 1915–2009 гг.) – первые 4 из которых характеризуют днище Чуйской и Таласской долин, а пятая – низкогорную зону северного склона Киргизского хребта. Дополнительно для характеристики среднегорных и высокогорных зон могут быть использованы данные двух короткорядных станций – Альплагерь (2,13 км) и Тюя-Ашу юж. (3,23 км).

Полученные результаты, их обсуждение и выводы

1. В ходе 11-летних средних максимальных температур для года и центральных месяцев сезонов для 5 длиннорядных станций ССЗК за общий период их работы 1930–2010 гг., как и для средних температур, наблюдалась хорошо выраженная основная тенденция роста температуры, структурно представленная последовательными чередованиями фаз ее повышения и понижения со случайными датами начала-конца, длительности и амплитуды фаз. При этом наибольшие различия по станциям и сезонам так же наблюдались для амплитуд фаз. Однако в отличие от средних годовых температур, для средних максимальных годовых температур в амплитудах эти фазы были выражены более резко. Еще резче они выражены для средних максимальных температур центральных месяцев сезонов. Все это точно так же существенно влияло как знак, так и величину угловых коэффициентов трендов b_1 , b_2 и b_3 по отдельным станциям и периодам и, прежде всего, для короткорядных станций, которые имели ту же структуру хода 11-летних кривых, что и длиннорядные станции. Наиболее достоверными являются тренды b_3 , полученные по длиннорядным станциям за весь период их работы, которые освещают днища Чуйской и Таласской долин и зону склонов до высот 1,5–2 км.

2. В поле средних максимальных годовых температур в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по всем 5 длиннорядным станциям наблюдался рост температуры со скоростями от очень слабых до умеренных, $b_1 = 0,032\dots, 0,313$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 0,2\dots, 1,4$ °C. При этом наиболее высокая скорость была на станции Кировское. В среднем по 5 станциям получена скорость потепления на границе слабой и умеренной, $b_1(\text{сред.}) = 0,137$ °C/10 лет, что соответствовало $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,6$ °C. Различий в интенсивности потепления по долинным и склоновым районам не наблюдалось.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. положительные скорости роста по всем 5 станциям несколько увеличились: $b_2 = 0,105\dots, 0,336$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 0,4\dots, 1,2$ °C. Это дало $b_2(\text{сред.}) = 0,213$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 0,8$ °C, т. е. соответствующие умеренной скорости поте-

плений. При этом различий в интенсивности потеплений по долинным и склоновым районам также не наблюдалось.

В целом для всего периода 1930–2010 гг. скорости потепления по 5 длиннорядным станциям также находились в диапазоне от слабых до умеренных, $b_3 = 0,083\dots, 0,260$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 0,7\dots, 2,1$ °C. Это дало $b_3(\text{сред.}) = 0,203$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 1,6$ °C. Однако скорость потепления по долинным районам была существенно выше, чем по склонам: долинные районы (4 станции) – $b_2(\text{сред.}) = 0,233$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 1,9$ °C, склоновая станция Байтык – $b_2 = 0,105$ °C/10 лет; $\Delta T_{35} = 0,7$ °C.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в диапазоне от $-0,252$ до $0,500$ °C/10 лет. В 19 случаях из 20 значения b_1 , b_2 и b_3 являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была положительной в 3 случаях из 5 и оказалась значимой так же в 3 случаях из 5.

3. В поле средних максимальных температур января (зима) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по 5 длиннорядным станциям наблюдались разнонаправленные основные тенденции, которым соответствовали положительные и отрицательные значения скоростей изменения температуры в широком диапазоне значений $b_1 = -0,184\dots, 0,560$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = -0,9\dots, 2,6$ °C. При этом похолодание отмечали обе станции Таласской долины, а потепление – все три станции Чуйской долины. В среднем по 5 станциям за счет этого наблюдалось относительно слабое повышение температуры со значением $b_1(\text{сред.}) = 0,146$ °C/10 лет, что дало $\Delta T_{46} = 0,7$ °C. Дифференцированные оценки по различным долинам и склоновым районам равны: Чуйская долина (две станции) – $b_1(\text{сред.}) = 0,337$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 1,6$ °C; Таласская долина (две станции) – $b_1(\text{сред.}) = -0,152$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = -0,7$ °C; склоновая станция Байтык – $b_1(\text{сред.}) = 0,358$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 1,7$ °C.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. по всем 5 длиннорядным станциям наблюдались положительные скорости в диапазоне от слабых до значительных: $b_2 = 0,088\dots, 0,497$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 0,3\dots, 1,2$ °C. Это дало умеренную среднюю скорость с $b_2(\text{сред.}) = 0,297$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 1,0$ °C. При этом в долинных районах скорость потепления была существенно выше: долинные районы (4 станции) – $b_2(\text{сред.}) = 0,349$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 1,2$ °C, склоновая станция Байтык – $b_2(\text{сред.}) = 0,088$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 0,3$ °C.

В целом для периода 1930–2010 гг. по данным этих 5 станций наблюдалось потепление от умеренного до сильного, $b_3 = 0,202\dots, 0,423$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 1,6\dots, 3,4$ °C. В среднем это дало умеренную

Таблица 1 – Итоговые результаты статистических характеристик для средних максимальных температур по станциям ССЗК (средние значения получены по данным длиннорядных станций, жирным шрифтом выделены статистически значимые тренды)

| Метеостанция (*коротко-рядная) | Статистические характеристики и оценки | | | | | | |
|---|--|--------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | $b_1^{\circ\text{C}/10}$ | $b_2^{\circ\text{C}/10}$ | Δb | $b_3^{\circ\text{C}/10}$ | $\Delta T_{46}^{\circ\text{C}}$ | $\Delta T_{35}^{\circ\text{C}}$ | $\Delta T_{81}^{\circ\text{C}}$ |
| Средние максимальные годовые температуры | | | | | | | |
| Жаны-Жер* | | 0,470 | | | | 1,7 | |
| Токмак | 0,139 | 0,225 | 0,0086 | 0,241 | 0,6 | 0,8 | 2,0 |
| Бишкек | 0,094 | 0,336 | 0,0242 | 0,224 | 0,4 | 1,2 | 1,6 |
| Кара-Балта* | | 0,500 | | | | 1,8 | |
| Ыссык-Ата* | | 0,464 | | | | 1,6 | |
| Байтык | 0,106 | 0,105 | -0,0001 | 0,083 | 0,5 | 0,4 | 0,7 |
| Альплагерь* | | 0,352 | | | | 1,2 | |
| Тюя-Ашу * | | -0,252 | | | | -0,9 | |
| Кировское | 0,313 | 0,124 | -0,0189 | 0,205 | 1,4 | 0,4 | 1,9 |
| Талас | 0,032 | 0,276 | 0,0244 | 0,260 | 0,2 | 1,0 | 2,1 |
| Среднее | 0,137 | 0,213 | | 0,203 | 0,6 | 0,8 | 1,6 |
| Средние максимальные температуры января (зима) | | | | | | | |
| Жаны-Жер* | | -0,043 | | | | -0,2 | |
| Токмак | 0,113 | 0,303 | 0,0190 | 0,241 | 0,5 | 1,1 | 2,0 |
| Бишкек | 0,560 | 0,234 | -0,0326 | 0,423 | 2,6 | 0,8 | 3,4 |
| Кара-Балта* | | -0,088 | | | | -0,3 | |
| Ыссык-Ата* | | -0,063 | | | | -0,2 | |
| Байтык | 0,358 | 0,088 | -0,0270 | 0,221 | 1,7 | 0,3 | 1,8 |
| Альплагерь* | | -0,235 | | | | -0,8 | |
| Тюя-Ашу * | | -0,783 | | | | -2,7 | |
| Кировское | -0,119 | 0,497 | 0,0616 | 0,336 | -0,6 | 1,7 | 2,7 |
| Талас | -0,184 | 0,361 | 0,0545 | 0,202 | -0,9 | 1,3 | 1,6 |
| Среднее | 0,146 | 0,297 | | 0,285 | 0,7 | 1,0 | 2,3 |
| Метеостанция (*коротко-рядная) | Статистические характеристики и оценки | | | | | | |
| | $b_1^{\circ\text{C}/10}$ | $b_2^{\circ\text{C}/10}$ | Δb | $b_3^{\circ\text{C}/10}$ | $\Delta T_{46}^{\circ\text{C}}$ | $\Delta T_{35}^{\circ\text{C}}$ | $\Delta T_{81}^{\circ\text{C}}$ |
| Средние максимальные температуры апреля (весна) | | | | | | | |
| Жаны-Жер* | | -0,116 | | | | -0,4 | |
| Токмак | 0,068 | -0,205 | -0,0273 | 0,143 | 0,3 | -0,7 | 1,2 |
| Бишкек | 0,041 | -0,177 | -0,0218 | 0,120 | 0,2 | -0,6 | 1,0 |
| Кара-Балта* | | -0,539 | | | | -1,9 | |
| Ыссык-Ата* | | -0,100 | | | | -0,4 | |
| Байтык | 0,186 | -0,270 | -0,0456 | 0,143 | 0,9 | -1,0 | 1,2 |
| Альплагерь* | | 0,422 | | | | 1,5 | |
| Тюя-Ашу*юж | | -0,665 | | | | -2,3 | |
| Кировское | брак | -0,479 | | 0,098 | брак | -1,7 | 0,8 |
| Талас | -0,106 | -0,255 | -0,0149 | 0,189 | -0,5 | -0,9 | 1,5 |
| Среднее | 0,047 | -0,277 | | 0,139 | 0,2 | -1,0 | 1,1 |
| Средние максимальные температуры июля (лето) | | | | | | | |
| Жаны-Жер* | | -0,233 | | | | -0,8 | |
| Токмак | 0,040 | -0,580 | -0,0620 | 0,169 | 0,2 | -2,0 | 1,4 |
| Бишкек | -0,228 | -0,166 | 0,0062 | 0,053 | -1,1 | -0,6 | 0,4 |
| Кара-Балта* | | -0,297 | | | | -1,0 | |
| Ыссык-Ата* | | -0,136 | | | | -0,5 | |

| | | | | | | | |
|--|---------------|---------------|----------------|--------------|------|------|------|
| Байтык | -0,043 | -0,427 | -0,0384 | -0,01 | -0,2 | -1,5 | -0,1 |
| Альплагерь* | | -0,314 | | | | -1,1 | |
| Тюя-Ашу*юж | | -0,478 | | | | -1,7 | |
| Кировское | 0,224 | -0,524 | -0,0748 | 0,055 | 1,0 | -1,8 | 0,5 |
| Талас | -0,226 | -0,337 | -0,0111 | 0,113 | -1,0 | -1,2 | 0,9 |
| Среднее | -0,047 | -0,407 | | 0,076 | -0,2 | -1,4 | 0,6 |
| Средние максимальные температуры октября (осень) | | | | | | | |
| Жаны-Жер* | | 0,922 | | | | 3,2 | |
| Токмак | -0,181 | 0,468 | 0,0649 | 0,076 | -0,8 | 1,6 | 0,6 |
| Бишкек | -0,137 | 0,572 | 0,0709 | 0,037 | -0,6 | 2,0 | 0,3 |
| Кара-Балга* | | 1,052 | | | | 3,7 | |
| Ыссык-Ата* | | 0,516 | | | | 1,8 | |
| Байтык | -0,115 | 0,303 | 0,0418 | -0,055 | -0,5 | 1,1 | -0,5 |
| Альплагерь* | | 0,738 | | | | 2,6 | |
| Тюя-Ашу*юж | | 0,132 | | | | 0,5 | |
| Кировское | брак | 0,346 | | 0,070 | брак | 1,2 | 0,6 |
| Талас | -0,134 | 0,779 | 0,0913 | 0,222 | -0,6 | 2,7 | 1,8 |
| Среднее | -0,142 | 0,494 | | 0,070 | -0,7 | 1,7 | 0,6 |

скорость потепления с $b_3(\text{сред.}) = 0,285 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 2,3 \text{ } ^\circ\text{C}$. При этом в долинных и склоновых районах скорости потепления не различались.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в очень широком диапазоне от $-0,783$ до $0,497 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет. В 13 случаях из 20 значения b_1 , b_2 и b_3 для длиннорядных являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была положительной в 3 случаях из 5 и оказалась значимой в двух случаях из 5.

4. В поле средних максимальных температур апреля (весна) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по 4 длиннорядным станциям (значение b_1 по Кировскому забраковано) наблюдались разнонаправленные основные тенденции, которым соответствовали положительные и отрицательные значения малых по абсолютным значениям скоростей изменения температуры в диапазоне $b_1 = -0,106 \dots, 0,186 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{46} = -0,5 \dots, 0,9 \text{ } ^\circ\text{C}$. Похолодание отмечалось только на станции Талас, а наиболее высокое потепление дала станция Байтык. В среднем по 4 станциям наблюдалось очень слабое повышение температуры со значением $b_1(\text{сред.}) = 0,047 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет, что дало $\Delta T_{46} = 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$. При этом, против обычного, более высокое потепление наблюдалось в склоновых районах: долинных районы (три станции) – $b_1(\text{сред.}) = 0,001 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,01 \text{ } ^\circ\text{C}$; склоновая станция Байтык – $b_1 = 0,186 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет; $\Delta T_{46} = 0,9 \text{ } ^\circ\text{C}$.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. по всем 5 длиннорядным станциям наблюдалось похолодание со скоростями от умеренных

до сильных, $b_2 = -0,177 \dots, -0,479 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{35} = -0,7 \dots, -1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$. Это в среднем дало по 5 станциям умеренную скорость похолодания с $b_2(\text{сред.}) = -0,277 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = -1,0 \text{ } ^\circ\text{C}$. При этом в долинных и склоновых районах скорости похолодания не различались.

Однако в целом для периода 1930–2010 гг. по данным всех 5 станций наблюдалось потепление на границе от слабого до умеренного, $b_3 = 0,098 \dots, 0,189 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81} = 0,8 \dots, 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$. Это дало в среднем слабую скорость потепления с $b_3(\text{сред.}) = 0,139 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 1,1 \text{ } ^\circ\text{C}$. При этом в долинных и склоновых районах скорости не различались.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в очень широком диапазоне от $-0,665$ до $0,186 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет. В 11 случаях из 19 значения b_1 , b_2 и b_3 являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была отрицательной в 4 случаях из 4, и оказалась значимой в двух случаях из 4.

5. В поле средних максимальных температур июля (лето) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по 5 длиннорядным станциям наблюдались разнонаправленные основные тенденции, которым соответствовали положительные и отрицательные, от малых до умеренных по абсолютным значениям, скорости изменения температуры: $b_1 = -0,228 \dots, 0,224 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{46} = -1,1 \dots, 1,0 \text{ } ^\circ\text{C}$. В среднем по 5 станциям наблюдалось очень слабое понижение температуры со значением $b_1(\text{сред.}) = -0,047 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет, что дало $\Delta T_{46} = -0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$. При этом склоновая станция Байтык так же имела почти нулевые изменения температуры, $b_1 = -0,043 \text{ } ^\circ\text{C}/10$ лет; $\Delta T_{46} = -0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Таблица 2 – Итоговые результаты повторяемости (%) статистических качеств b_1, b_2, b_3 и Δb по 5 длиннорядным станциям совместно для года и центральных месяцев сезонов

| Показатель качества | Тренды по различным периодам и разность Δb | | | |
|---------------------|--|-------|------------|-------|
| | b_1 | b_2 | Δb | b_3 |
| Число случаев | 23 | 25 | 23 | 48 |
| Со знаком + (%) | 52 | 60 | 48 | 81 |
| Со знаком – (%) | 48 | 40 | 52 | 19 |
| Значимых (%) | 52 | 84 | 61 | 67 |
| Незначимых (%) | 48 | 16 | 39 | 33 |

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. по всем 5 длиннорядным станциям наблюдались существенные похолодания с отрицательными скоростями по абсолютной величине от умеренных до сильных, $b_2 = -0,166\dots, -0,580^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{35} = -0,6\dots, -2,0^\circ\text{C}$. Это дало в среднем относительно сильное похолодание с $b_2(\text{сред.}) = -0,407^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = -1,4^\circ\text{C}$. При этом в долинных и склоновых районах скорости похолоданий не различались.

Однако в целом для периода 1930–2010 гг., как и в других аналогичных случаях, на всех 4 станциях наблюдалось потепление на границе от очень слабого до умеренного, $b_3 = 0,053\dots, 0,169^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81} = 0,4\dots, 1,4^\circ\text{C}$, а склоновая станция Байтык имела, хотя и отрицательное, но очень малое по абсолютной величине, практически нулевое, $b_3 = -0,01^\circ\text{C}/10$ лет ($\Delta T_{81} = -0,1^\circ\text{C}$), так что полностью вписывается в общую картину. В среднем по 5 станциям это дало слабое потепление с $b_3(\text{сред.}) = 0,113^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 0,9^\circ\text{C}$. При этом в долинных и склоновых районах скорости потепления не различались.

По всем 10 станциям значения b_1, b_2 и b_3 колебались в широком диапазоне от $-0,580$ до $0,224^\circ\text{C}/10$ лет. В 15 случаях из 20 значения b_1, b_2 и b_3 для длиннорядных станций являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была отрицательной в 4 случаях из 5 и оказалась значимой в 3 случаях из 5.

6. В поле средних максимальных температур октября (осень) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. на 4 длиннорядных станциях (значение b_1 по станции Кировское забраковано) наблюдалось слабое похолодание, $b_1 = -0,115\dots, -0,181^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{46} = -0,5\dots, -0,8^\circ\text{C}$. В среднем по 4 станциям это также дало слабое понижение температуры, $b_1(\text{сред.}) = -0,142^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{46} = -0,7^\circ\text{C}$. При этом по склоновой станции Байтык понижение температуры было близким к среднему значению: $b_1 = -0,115^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{46} = -0,5^\circ\text{C}$.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг., напротив, на всех 5 станциях шло потепление с высокой скоростью, $b_2 = 0,303\dots, 0,779^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{35} = 1,1\dots, 2,7^\circ\text{C}$. Это дало высокую скорость $b_2(\text{сред.}) = 0,494^\circ\text{C}/10$ лет, и $\Delta T_{35} = 1,7^\circ\text{C}$. При этом на склоновой станции Байтык она была не ниже средней, $b_2 = 0,303^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{35} = 1,1^\circ\text{C}$.

В целом для периода 1930–2010 гг. по 4 станциям наблюдалось потепление, но со скоростями от очень слабых или умеренных, $b_3 = 0,037\dots, 0,222^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81} = 0,3\dots, 1,8^\circ\text{C}$. Это дало очень слабую среднюю скорость потепления с $b_3(\text{сред.}) = 0,070^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81} = 0,6^\circ\text{C}$. Можно учесть также небольшие различия по долинным районам, где шло слабое потепление, и склонам, где наблюдалось слабое похолодание: долинные районы (4 станции) – $b_3(\text{сред.}) = 0,101^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 0,8^\circ\text{C}$; склоновая станция Байтык – $b_3 = -0,055^\circ\text{C}/10$ лет и $\Delta T_{81} = -0,5^\circ\text{C}$.

По всем 10 станциям значения b_1, b_2 и b_3 колебались в очень широком диапазоне от $-0,181$ до $1,052^\circ\text{C}/10$ лет. В 12 случаях из 19 значения b_1, b_2 и b_3 являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ оказалась значимой во всех 4 случаях из 4.

Полученная картина напоминает картину для средних температур октября и близко картину для средних максимальных температур июля.

7. Повторяемости статистических качеств коэффициентов трендов b_1, b_2, b_3 и разности $\Delta b = b_2 - b_1$ по 5 длиннорядным станциям в поле средних максимальных годовых и средних максимальных месячных температур были следующими (таблица 2).

Повторяемость как b_1 , так и b_2 со знаком “+” и “–” была равна 52 и 48 %, но соответственно в 48 и 52 % были отрицательными. Значения b_3 со знаком “+” абсолютно преобладали (81 %), имея знаки “–” всего в 19 % случаев. Разности $\Delta b = b_2 - b_1$, в 48 % случаев были положительными, а в 52 % – отрицательными, а значимыми в 61 % случаев.

Статистически значимые b_1 наблюдались в 52 %, а незначимые в 48 %, тогда как для b_2 эти цифры составляли 84 и 16%. Для b_3 значимость наблюдалась в 67 %, а незначимость в 33 %.

Таблица 3 – Нормы средних максимальных температур по длиннорядным станциям по месяцам и за год для трех заданных периодов наблюдений: 1930–1975, 1976–2010 и 1930–2010 гг. (фактические периоды указаны после названия станции в скобках; строка 4 – данные Научно-прикладного справочника по климату за 1881–1980 гг.)

| Месяцы и год | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Год |
| Токмак – 0,82 км (1932–1933, 1935–2009 гг.), строки: 1932–1975; 1976–2009; 1932–2009 гг. | | | | | | | | | | | | |
| 2,9 | 5,0 | 11,1 | 18,8 | 23,6 | 27,8 | 30,6 | 29,3 | 24,6 | 18,4 | 9,8 | 4,3 | 17,2 |
| 4,0 | 5,5 | 11,8 | 19,4 | 24,0 | 29,0 | 31,5 | 30,7 | 25,8 | 18,8 | 11,7 | 6,7 | 18,3 |
| 3,4 | 5,2 | 11,4 | 19,1 | 23,8 | 28,4 | 31,0 | 29,9 | 25,1 | 18,5 | 10,7 | 5,3 | 17,7 |
| Бишкек – 0,76 км (1928–2009), строки: 1930–1975; 1976–2009; 1928–2009; КС – 1989 г. | | | | | | | | | | | | |
| 1,4 | 3,3 | 9,8 | 17,7 | 22,9 | 28,0 | 31,2 | 29,9 | 24,6 | 17,7 | 8,6 | 3,0 | 16,5 |
| 3,1 | 4,8 | 10,5 | 18,4 | 23,2 | 28,9 | 31,7 | 30,8 | 25,4 | 17,9 | 10,6 | 5,7 | 17,6 |
| 2,0 | 3,9 | 10,0 | 18,1 | 23,0 | 28,4 | 31,4 | 30,3 | 24,9 | 17,8 | 9,4 | 4,0 | 16,9 |
| 1,4 | 3,3 | 9,7 | 17,8 | 22,9 | 27,9 | 31,1 | 29,8 | 24,5 | 17,5 | 8,7 | 3,0 | 16,5 |
| Байтык – 1,58 км (1915–2009 гг.), строки: 1930–1975; 1976–2009; 1915–2009; КС – 1989 г. | | | | | | | | | | | | |
| 1,3 | 2,8 | 6,5 | 11,8 | 16,4 | 20,7 | 23,7 | 22,5 | 18,3 | 12,7 | 6,8 | 2,9 | 12,2 |
| 1,8 | 2,1 | 5,7 | 12,5 | 16,5 | 21,3 | 23,8 | 23,1 | 18,6 | 12,5 | 7,8 | 4,3 | 12,5 |
| 1,3 | 2,3 | 6,0 | 12,0 | 16,4 | 20,9 | 23,7 | 22,9 | 18,3 | 12,6 | 7,0 | 3,3 | 12,2 |
| 1,0 | 2,2 | 5,9 | 11,9 | 16,3 | 20,7 | 23,6 | 22,9 | 18,1 | 12,4 | 6,5 | 2,8 | 12,0 |
| Кировское/Кызыл-Адыр – 0,86/0,92 км (1944–2009 гг.), строки: 1944–1975 гг.; 1976–2009 гг.; 1944–2009 гг. | | | | | | | | | | | | |
| -0,4 | 2,0 | 8,7 | 16,7 | 22,4 | 27,2 | 30,0 | 28,6 | 23,5 | 16,3 | 7,7 | 1,0 | 15,3 |
| 0,6 | 3,0 | 8,5 | 16,9 | 22,3 | 27,8 | 30,2 | 28,9 | 24,0 | 16,2 | 9,0 | 3,4 | 15,9 |
| 0,1 | 2,5 | 8,6 | 16,8 | 22,3 | 27,5 | 30,1 | 28,8 | 23,8 | 16,2 | 8,4 | 2,2 | 15,6 |
| Талас – 1,22 км (1930–1932, 1934–2009 гг.), строки: 1930–1932, 1934–1975 гг.; 1976–2009 гг.; 1930–1932, 1934–2009 гг.; КС – 1989 г. | | | | | | | | | | | | |
| 1,0 | 3,1 | 8,3 | 15,8 | 20,9 | 25,1 | 27,7 | 26,5 | 22,1 | 16,0 | 8,2 | 2,5 | 14,8 |
| 2,3 | 3,4 | 9,3 | 16,8 | 21,4 | 26,3 | 28,4 | 27,6 | 23,2 | 16,9 | 10,2 | 5,2 | 15,9 |
| 1,6 | 3,2 | 8,7 | 16,2 | 21,1 | 25,6 | 28,1 | 27,0 | 22,6 | 16,4 | 9,1 | 3,7 | 15,3 |
| 0,8 | 2,9 | 8,4 | 16,0 | 20,8 | 25,1 | 27,9 | 26,6 | 22,3 | 16,1 | 8,2 | 2,8 | 14,9 |

8. Изменения норм средних максимальных температур по различным периодам для 5 длиннорядных станций характеризуются следующим (таблица 3). В среднем годовая норма повысилась на 0,84 °С от 1930–1975 к 1976–2010 гг., т. е. за 40 лет, если считать от центров периодов. На Байтыке повышение нормы было минимальным (0,3 °С), а по 4 долинным станциям находилось в диапазоне 0,6–1,1 °С. По 3 станциям – Байтык, Бишкек и Талас – повышение норм в 1976–2010 гг. относительно данных Климатического справочника за 1881–1980 гг., в среднем было таким же, составив диапазон 0,5–1,1 °С. Из 60 случаев месячных норм в 54 (или в 90 %) от 1930–1975 к 1976–2010 гг. наблюдалось их повышение. Оно было максимальным в ноябре, декабре и январе, до 1,0–2,7 °С. В остальное время года характерным было более слабое повышение в пределах 0,2–1,0 °С. Исключение представляет станция Байтык, где в феврале и марте имело место понижение норм

на –0,7 и –0,8 °С (а в октябре на –0,2 °С). Еще три слабых понижения норм, на –0,1 и –0,2 °С, наблюдалось в марте, мае и октябре в Кировском. Таким образом, наиболее интенсивные потепления в нормах на станциях соответствовали ноябрю, декабрю и январю, а наименее интенсивные – лету или весне.

Рекомендуется использовать на практике полученные новые годовые и месячные нормы для средних максимальных температур по всем 10 станциям, соответствующие периоду 1976–2009 гг.

9. Нормы СКО средних максимальных температур для различных периодов по данным всем 10 станций характеризуются следующим. Значения новых норм СКО средних максимальных температур за 1976–2010 гг. для года малы и колеблются в очень узких пределах, от 0,6 до 0,9 °С. При этом по другим периодам, включая данные Климатического справочника, они практически также лежат в аналогичных пределах – 0,6–1,0 °С. Это значит,

что, несмотря на наблюдавшееся потепление климата, междугодная колеблемость средних максимальных годовых температур на всех станциях оставалась без изменений.

Однако нормы СКО для средних максимальных месячных температур значительно выше норм средних годовых значений. Особенно это справедливо для зимних, весенних и осенних месяцев, когда нормы СКО могут достигать 3,5–3,8 °С, тогда как летом их характерные значения, хотя и больше годовых, но составляют 1,0–1,9 °С. Это говорит о более высоких междугодных колебаниях средних максимальных месячных температур по сравнению с их годовыми значениями. По разным периодам для одной и той же станции различие месячных норм СКО больше, чем для года, но в целом мало, составляя до 0,5 °С и только в отдельных случаях достигая 1–1,5 °С.

Литература

1. *Подрезов О.А.* Интегральное по территории изменение современного климата Северного и Северо-Западного Кыргызстана / О.А. Подрезов, А.О. Подрезов // Вестник КРСУ. 2017. Том 17. № 8. С. 181–188.
2. *Подрезов О.А.* Современное изменение осадков на территории Северного и Северо-Западного Кыргызстана / О.А. Подрезов, А.О. Подрезов // Вестник КРСУ. 2017. Том 17. № 8. С. 189–196.
3. *Подрезов О.А.* 3. Современное потепление климата Северного и Северо-Западного Кыргызстана в поле средних температур / О.А. Подрезов, А.О. Подрезов // Вестник КРСУ. 2017. Том 17. № 12. С. 175–182.
4. *Подрезов О.А.* 4. Современное потепление климата Северного и Северо-Западного Кыргызстана в поле средних минимальных температур / О.А. Подрезов, А.О. Подрезов // Вестник КРСУ. 2018. Том 17. № 12. С. 183–189.
5. *Подрезов О.А.* 5. Современное потепление климата Северного и Северо-Западного Кыргызстана в поле абсолютных минимальных температур / О.А. Подрезов, А.О. Подрезов // Вестник КРСУ. 2018. Том 18. № 4. С. 180–187.