

УДК 551.506(575.2)

4. СОВРЕМЕННОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА СЕВЕРНОГО И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КЫРГЫСТАНА В ПОЛЕ СРЕДНИХ МИНИМАЛЬНЫХ 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 минимальных температур, характеризующих минимальные в суточном ходе (ночные) температуры в различные сезоны года, для трех различных 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 минимальных температур.

MODERN CLIMATE WARMING OF THE NORTHERN AND NORTH-WESTERN KYRGYZSTAN IN THE FIELD OF THE AVERAGE MINIMUM TEMPERATURES

О.А. Podrezov, A.O. Podrezov

According to the long-term data of 10 meteorological stations considering altitude and orography of the territory, modern climate warming NNWK in the field of the average minimum temperatures characterize the minimum (night) temperatures in the daily course in different seasons, corresponding to three time periods: 1930–1975 (stable world climate), 1976–2010 (global warming) and the entire analyzed period (1930–2010).

Keywords: Northern and North-Western Kyrgyzstan; modern climate warming; field of the average minimum temperatures.

Введение. Настоящая статья является четвертой в серии из 7 статей, предложенных в [1] для детального рассмотрения вопроса о потеплении 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 ней рассматривается потепление территории ССЗК в поле *средних минимальных* в суточном ходе, т. е. ночных температур воздуха в различные сезоны года. Как и в [1–3], скорости изменения ночных температур от года к году характеризуются ниже коэффициентами линейных трендов b_1 , b_2 и b_3 соответственно 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 периода 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.

Напомним [1], что *осредненно* для всей территории ССЗК в *поле средних годовых* температур в 1930–2010 гг. потепление шло со средней скоростью $b_3 = 0,187$ °C/10 лет ($\Delta T_{81} = 1,5$ °C), причем в период 1976–2010 гг. эта скорость была в 4 раза выше ($b_2 = 0,270$ °C/10 лет, $\Delta T_{35} = 1,0$ °C), чем в предшествующие 1930–1975 гг. ($b_1 = 0,065$ °C/10 лет, $\Delta T_{46} = 0,3$ °C). Для средних январских температур эта картина выражена более резко: $b_2 = 0,564$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 2,0$ °C, тогда как $b_1 = 0,077$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 0,4$ °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 ($\Delta T_{81} = 0,4$ °C), а в переходные сезоны весной и осенью наблюдалось примерно одинаковым – $\Delta T_{81} = 1,1$ и $\Delta T_{81} = 1,3$ °C.

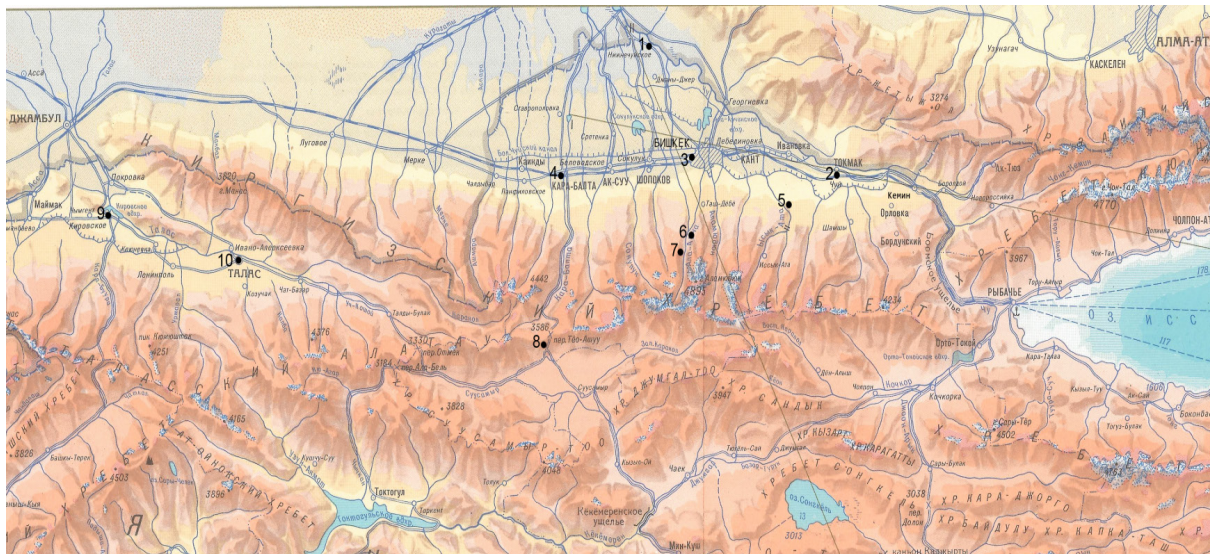


Рисунок 1 – Физико-географическая карта ССЗК с расположением использованных метеостанций.
 Расположение, высота и период наблюдений станций:

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. Альплaгерь (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) дна Таласской долины (1944–2009 гг.)
5. Ысык-Ата/Юрьевка (1,03 км) – подножье Киргизского хребта (1957–2009 гг.)	10. Талас (1,22 км) – средняя зона (ось) дна Таласской долины (1930–2009 гг.)

Методика исследований подробно изложена в наших предыдущих работах [1, 2], и поэтому здесь ее касаться не будем. Приведем лишь карту изучаемой территории с указанием высоты и характеристики расположения метеостанций (рисунок 1), что необходимо 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 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 дна 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 – Альплaгерь (2,13 км) и Тюя-Ашу юж. (3,23 км).

Результаты, обсуждение и выводы

1. В ходе 11-летних кривых средних минимальных температур для года и центральных месяцев сезонов для 5 длиннорядных станций за общий период их работы 1930–2010 гг. наблюдалась случайная структура хода кривых с хорошо выраженным чередованием фаз повышения и понижения температуры. При этом от станции

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

Метеостанция (*короткорядная)	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 минимальные годовые температуры							
Жаны-Жер*		0,292				1,0	
Токмак	0,189	0,187	-0,0003	0,279	0,9	0,7	2,3
Бишкек	0,095	0,527	0,0432	0,255	0,4	1,8	2,1
Кара-Балта*		0,647				2,3	
Ыссык-Ата*		0,236				0,8	
Байтык	0,039	-0,035	0,0074	0,043	0,2	-0,1	0,4
Альплагерь*		0,157				0,6	
Тюя-Ашу *		-0,074				-0,3	
Кировское	0,375	0,717	0,0342	0,414	1,7	2,5	3,3
Талас	0,116	0,324	0,0208	0,226	0,5	1,1	1,8
<i>Среднее</i>	0,163	0,344		0,243	0,7	1,2	2,0
Средние минимальные температуры января (зима)							
Жаны-Жер*		0,421				1,5	
Токмак	0,152	0,508	0,0356	0,399	0,7	1,8	3,2
Бишкек	0,157	0,743	0,0586	0,445	0,7	2,6	2,6
Кара-Балта*		0,434				1,5	
Ыссык-Ата*		0,416				1,5	
Байтык	0,053	0,261	-0,0207	0,150	0,2	0,9	1,2
Альплагерь*		-0,370?			-1,3?	-1,3	
Тюя-Ашу *		-0,270?			-1,0?	-0,9	
Кировское	брак	1,669		0,634	брак	5,8	5,1
Талас	-0,081	0,820	0,0901	0,340	-0,4	2,9	2,8
<i>Среднее</i>	0,070	0,800		0,394	0,3	2,8	3,2
Средние минимальные температуры апреля (весна)							
Жаны-Жер*		-0,157				-0,5	
Токмак	0,121	-0,161	-0,0282	0,160	0,6	-0,6	1,3
Бишкек	0,107	-0,026	-0,0133	0,093	0,5	-0,1	0,8
Кара-Балта*		0,474				1,7	
Ыссык-Ата*		-0,263				-0,9	
Байтык	0,250	0,250	-0,0659	0,047	1,1	1,1	0,4
Альплагерь*		0,256				0,9	
Тюя-Ашу*юж		-0,952				-3,3	
Кировское	0,680	0,205	-0,0475	0,209	3,1	0,7	1,7
Талас	0,183	-0,235	-0,0417	0,134	0,8	-0,8	1,1
<i>Среднее</i>	0,268	0,0066		0,129	1,2	0,02	1,1
Средние минимальные температуры июля (лето)							
Жаны-Жер*		0,229				0,8	
Токмак	0,037	-0,328	-0,0366	0,166	0,2	-1,1	1,3
Бишкек	-0,067	0,315	0,0382	0,163	-0,3	1,1	1,3
Кара-Балта*		-0,289				-1,0	
Ыссык-Ата*		-0,028				-0,1	
Байтык	-0,033	-0,536	-0,0503	-0,032	-0,2	-1,9	-0,3
Альплагерь*		-0,339				-1,2	

Тюя-Ашу*юж		-0,240				-0,8	
Кировское	0,314	0,585	0,0271	0,340	1,4	2,0	2,8
Талас	0,081	0,001	-0,0080	0,153	0,4	0,5	1,2
<i>Среднее</i>	0,066	0,0074		0,206	0,3	0,1	1,7
Средние минимальные температуры октября (осень)							
Жаны-Жер*		0,183				0,6	
Токмак	-0,078	0,229	0,0308	0,106	-0,4	0,8	0,9
Бишкек	-0,203	0,477	0,0680	0,073	-0,9	1,7	0,6
Кара-Балта*		1,186				4,2	
Ыссык-Ата*		0,285				1,0	
Байтык	-0,224	0,113	0,0337	-0,083	-1,0	0,4	-0,7
Альплагерь*		0,562				2,0	
Тюя-Ашу*юж		0,074				0,3	
Кировское	брак	0,386		0,325	брак	1,3	2,6
Талас	-0,182	0,342	0,0523	0,065	-0,8	1,2	0,5
<i>Среднее</i>	-0,172	0,309		0,097	-0,8	1,1	0,8

к станции наиболее сильно менялись амплитуды фаз, обуславливая индивидуальность временных изменений различных характеристик температуры по станциям и сезонам года. Это существенно влияло как на величину угловых коэффициентов трендов, так и на их знак и, прежде всего, для коротко-рядных станций. Поэтому наиболее достоверными являются тренды b_3 , полученные по длиннорядным станциям за весь период их работы, которые освещают днища Чуйской и Таласской долин и зону низкорья до высот 1,5–2 км.

2. В поле средних минимальных годовых температур в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от очень слабых до умеренных, $b_1 = 0,039\dots, 0,375$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 0,2\dots, 1,7$ °C. Это дало относительно слабое среднее по 5 станциям потепление со значением $b_1(\text{сред.}) = 0,163$ °C/10 лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,7$ °C. Дифференцированные оценки этих характеристик для долинных и склоновых районов разнятся мало и равны: долинные районы (4 станции) – $b_1(\text{сред.}) = 0,194$ °C/10 лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,9$ °C, склоновая станция Байтык – $b_1 = 0,039$ °C/10 лет, $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,2$ °C.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. 4 долинных станции показали потепление со скоростями от умеренных до сильных, $b_2 = 0,187\dots, 0,717$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 0,7$ °C..., 2,5 °C. На склоновой станции Байтык, напротив, наблюдалось очень слабое похолодание, $b_1 = -0,035$ °C/10 лет, $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = -0,1$ °C. В результате, в среднем по всем 5 станциям получена достаточно высокая скорость потепления, $b_2(\text{сред.}) = 0,344$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 1,2$ °C, т. е. почти в два раза выше, чем в 1930–1975 гг.

Однако на практике следует учитывать и дифференцированные оценки этих характеристик, которые равны: долинные районы (4 станции) – $b_1(\text{сред.}) = 0,439$ °C/10 лет, и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 1,5$ °C, склоновая станция Байтык – $b_2 = -0,035$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = -0,1$ °C.

В целом для периода 1930–2010 гг. на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от очень слабых до относительно высоких, $b_3 = 0,043\dots, 0,414$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 0,4\dots, 3,3$ °C. Это дало среднюю по станциям скорость потепления на грани умеренной и сильной, $b_3(\text{сред.}) = 0,243$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 2,0$ °C. Дифференцированные оценки этих характеристик для долинных и склоновых районов равны: долинные районы (4 станции) – $b_3(\text{сред.}) = 0,294$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 2,4$ °C, склоновая станция Байтык – $b_3 = 0,043$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 0,4$ °C.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в диапазоне от $-0,074$ до $+0,717$ °C/10 лет. При этом в 18 случаях из 20 значения b_1 , b_2 и b_3 являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была положительной в 4 случаях из 5 и оказалась значимой в 3 случаях из 5.

3. В поле средних минимальных январских температур (зима) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. на 4 длиннорядных станциях ССЗК (тренд b_1 на станции Кировское забракован) наблюдались малые по абсолютной величине и разнонаправленные скорости изменения температуры, $b_1 = -0,081\dots, +0,157$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = -0,4\dots, +0,7$ °C. Это в среднем по 5 станциям дало очень слабое потепление, со значением $b_1(\text{сред.}) = 0,070$ °C/10 лет, что дало $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,3$ °C. При этом данные 4 долинных и склоновой станции Байтык не различались.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. по всем 5 длиннорядным станциям ССЗК шло потепление со скоростями от относительно высокой до очень высокой, $b_2 = 0,261\dots, 1,669$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 0,9\dots, 5,8$ °C. В среднем по 5 станциям это дало очень высокую скорость потепления, $b_2(\text{сред.}) = 0,800$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 2,8$ °C. Раздельные оценки этих характеристик для долинных и склоновых районов существенно различны и равны: долинные районы (4 станции) – $b_2(\text{сред.}) = 0,935$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 3,3$ °C, склоновая станция Байтык – $b_2 = 0,261$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 0,9$ °C.

В целом для всего периода 1930–2010 гг. по всем 5 длиннорядным станциям ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от умеренных до высоких, $b_3 = 150\dots, 0,634$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 1,2\dots, 5,1$ °C. Это дало достаточно высокое значение $b_3(\text{сред.}) = 0,394$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 3,2$ °C. Дифференцированные оценки этих характеристик для долинных и склоновых районов равны: долинные районы (4 станции) – $b_3(\text{сред.}) = 0,455$ °C/10 лет, $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 3,7$ °C, склоновая станция Байтык – $b_3 = 0,150$ °C/10 лет и $1,2$ °C.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в очень широком диапазоне от $-0,370$ до $1,669$ °C/10 лет. При этом в 12 случаях из 19 эти коэффициенты являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была положительной в 3 случаях из 4 и оказалась значимой в двух случаях из 4.

4. В поле средних минимальных апрельских температур (весна) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по всем 5 длиннорядным станциям ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от слабых до высоких, $b_1 = 0,107\dots, 0,680$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 0,5\dots, 3,1$ °C. В среднем по 5 станциям это дало умеренную скорость потепления, $b_1(\text{сред.}) = 0,268$ °C/10 лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 1,2$ °C. При этом на склоновой станции Байтык скорость потепления была близка к средней, $b_1 = 0,250$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 1,1$ °C, так что долинные и склоновые районы по скорости потепления не различались.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. скорости изменения температуры на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК были умеренными по абсолютной величине и различными по знаку, $b_2 = -0,235\dots, +0,250$ °C/10 лет, что дало общий диапазон $\Delta T_{35} = -0,8\dots, +1,1$ °C. В итоге, среднее по 5 станциям значение оказалось близким к нулевому, $b_2(\text{сред.}) = 0,0066$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 0,02$ °C. При этом склоновая станция Байтык, против обычного, отмечала самую высокую скорость потепления, $b_2 = 0,250$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 1,1$ °C.

В целом для периода 1930–2010 гг. все 5 длиннорядных станций ССЗК отмечали скорости потепления от очень слабых до умеренных, $b_3 = 0,047\dots, 0,209$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 0,4\dots, 1,7$ °C. В среднем по 5 станциям это дало слабое потепление, $b_3(\text{сред.}) = 0,129$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 1,1$ °C. При этом склоновая станция Байтык отмечала наиболее низкую скорость потепления, $b_3 = 0,047$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 0,4$ °C.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в очень широком диапазоне от $-0,952$ до $+0,680$ °C/10 лет. При этом в 13 случаях из 20 эти коэффициенты являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была отрицательной во всех 5 случаях из 5 и оказалась значимой в 4 случаях из 5.

5. В поле средних минимальных июльских температур (лето) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по 4 длиннорядным станциям ССЗК (исключая Кировское) наблюдались очень малые по абсолютной величине и разные по знаку скорости изменения температуры, $b_1 = -0,067\dots, +0,081$ °C/10 лет, что дало диапазон $\Delta T_{46} = -0,3\dots, +0,4$ °C. Лишь станция Кировское отмечала умеренную скорость потепления, $b_1 = 0,314$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = 1,4$ °C. В результате, в среднем по 5 станциям получена очень слабая скорость потепления, $b_1(\text{сред.}) = 0,066$ °C/10 лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,3$ °C. При этом склоновая станция Байтык отмечала очень слабое похолодание, $b_1 = -0,033$ °C/10 лет и $\Delta T_{46} = -0,2$ °C.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. 5 длиннорядных станций ССЗК показали весьма различные по абсолютной величине и разные по знаку скорости изменения температуры, $b_2 = -0,536\dots, +0,585$ °C/10 лет, что дало $\Delta T_{35} = -1,9\dots, +2,0$ °C. За счет этого средняя по 5 станциям скорость потепления оказалась практически нулевой, $b_2(\text{сред.}) = 0,0074$ °C/10 лет, что дало $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 0,1$ °C. При этом на склоновой станции Байтык отмечалось самое сильное похолодание, $b_2 = -0,536$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = -1,9$ °C. Поэтому, наряду со средними оценками, здесь с полным правом можно использовать и дифференцированные оценки, соответствующие каждой отдельной станции.

В целом для периода 1930–2010 гг. на 4 станциях, кроме Байтыка, имели место умеренные скорости потепления, $b_3 = 0,153\dots, 0,340$ °C/10 лет, что дало значение $\Delta T_{81} = 0,5\dots, 2,0$ °C. На станции Байтык, напротив, отмечалось очень слабое похолодание, $b_3 = -0,032$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = -0,3$ °C. В среднем по 5 станциям получено умеренное потепление с $b_3(\text{сред.}) = 0,206$ °C/10 лет, что дало $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 1,7$ °C.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в широком диапазоне от $-0,536$ до

0,585 °C/10 лет. При этом в 15 случаях из 20 эти коэффициенты являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была положительной в двух случаях из 5 и оказалась значимой в 4 случаях из 5.

6. В поле средних минимальных октябрьских температур (осень) в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. на 4 длиннорядных станциях ССЗК (значение тренда b_1 по Кировское забраковано) имело место похолодание со скоростями от очень слабых до умеренных, $b_1 = -0,0079\dots, -0,224$ °C/10 лет, что соответствовало диапазону $\Delta T_{46} = -0,4\dots, -1,0$ °C. В среднем по 4 станциям это дало умеренное похолодание со значением $b_1(\text{сред.}) = -0,172$ °C/10 лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = -0,8$ °C. При этом на склоновой станции Байтык похолодание было наиболее сильным, $b_1 = -0,224$ °C/10 лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = -1,0$ °C.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от умеренных до сильных, $b_1(\text{сред.}) = 0,113\dots, 0,477$ °C/10 лет и $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,4\dots, 1,7$ °C. В среднем это дало потепление с скоростью на грани умеренной и высокой, $b_2(\text{сред.}) = 0,309$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 1,1$ °C. Дифференцированные по долинным и склоновым районам эти оценки равны: долинные районы (4 станции) – $b_2(\text{сред.}) = 0,359$ °C/10 лет и $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 1,3$ °C, склоновая станция Байтык – $b_2 = 0,113$ °C/10 лет и $\Delta T_{35} = 0,4$ °C.

В целом для периода 1930–2010 гг. 4 длиннорядные станции ССЗК (кроме Байтыка) отмечали потепление со скоростями от слабых до умеренных, $b_3 = 0,065\dots, 0,325$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 0,5\dots, 2,6$ °C. Склоновая станция Байтык, напротив, показала слабое похолодание, $b_3 = -0,083$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = -0,7$ °C. В среднем по 5 станциям получено потепление с умеренной скоростью, $b_3(\text{сред.}) = 0,142$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = 1,2$ °C. Дифференцированные оценки по долинным и склоновым районам равны: долинные районы (4 станции) – $b_3(\text{сред.}) = 0,142$ °C/10 лет и $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 1,2$ °C, склоновая станция Байтык – $b_3 = -0,083$ °C/10 лет и $\Delta T_{81} = -0,7$ °C.

По всем 10 станциям значения b_1 , b_2 и b_3 колебались в широком диапазоне от $-0,224$ до $1,186$ °C/10 лет. При этом в 13 случаях из 19 эти коэффициенты являлись статистически значимыми. Разность $\Delta b = b_2 - b_1$ была положительной в 4 случаях из 4 и оказалась значимой так же в 4 случаях из 4.

7. Повторяемость статистических качеств коэффициентов трендов b_1 , b_2 , b_3 и разности $\Delta b = b_2 - b_1$ по 5 длиннорядным станциям ССЗК в поле средних минимальных годовых и средних минимальных месячных температур приведены в таблице 2.

Как видно, повторяемость b_1 со знаком “+” и “-” была равна соответственно 70 и 30 %, а по-

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	25
Со знаком + (%)	70	76	52	92
Со знаком – (%)	30	24	48	8
Значимых (%)	61	72	61	80
Незначимых (%)	39	28	39	20

вторяемость $b_2 - 76$ и 24 %. Значения b_3 со знаком “+” абсолютно преобладали (92 %), имея знаки “-” всего в 8 % случаев. Разности $\Delta b = b_2 - b_1$, в 52 % случаев были положительны, а в 48 % – отрицательны, статистически значимыми они были в 61 % случаев, а в 39 % – нет. Статистически значимые b_1 наблюдались в 61 %, а незначимые в 39 %, тогда как для b_2 эти цифры составляли 72 и 28 %. Для b_3 значимость наблюдалась в 80 % случаев, а незначимость в 20 %.

8. Изменения норм средних минимальных температур по различным периодам по 5 длиннорядным станциям характеризуются следующим (таблица 3). По 4 станциям, исключая Байтык, нормы средних минимальных годовых температур повысились на $1,1-1,3$ °C от 1930–1975 к 1976–2010 гг., т. е. за 40 лет, если считать от дат центров периодов. При этом на склоновой станции Байтык, как и для других характеристик температуры, повышения норм практически не произошло (всего на $0,1$ °C). Относительно данных Климатического справочника среднее повышение норм в 1976–2010 гг. выглядело так же: в Бишкеке и Таласе на $1,1-1,2$ °C, а на Байтыке только на $0,2$ °C.

Из 60 случаев месячных норм средних минимальных температур в 53 случаях (88 %) от 1930–1975 к 1976–2010 гг. наблюдалось их повышение. Оно было максимальным в ноябре, декабре и январе, до $1,0-3,2$ °C. В остальное время года характерным было более слабое повышение норм в пределах $0,2-1,0$ °C. Исключение представляет Байтык, где в марте и мае-октябре (т.е. в теплый период года), напротив, имело место понижение норм на $-0,1$ и $-0,4$ °C (в апреле – повышение на $0,2$ °C). Таким, образом, наиболее интенсивные потепления в нормах на станциях соответствовали холодному периоду – ноябрю, декабрю, январю и февралю, а наименее интенсивные лету, весне и началу осени.

9. Нормы СКО средних минимальных температур для различных периодов по данным всех

Таблица 3 – Нормы средних минимальных температур для длиннорядных станций 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.												
-9,3	-6,9	-0,6	5,8	10,6	14,3	16,6	14,8	9,3	3,9	-2,5	-7,6	4,0
-7,4	-5,7	0,3	6,6	11,0	15,3	17,5	15,9	10,5	4,5	-0,2	-4,5	5,3
-8,5	-6,4	-0,2	6,1	10,8	14,7	17,0	15,3	9,9	4,1	-1,5	-6,2	4,6
Бишкек – 0,76 км (1928–2009), строки: 1930–1975; 1976–2009; 1928–2009; КС–1989 г.												
-9,6	-7,4	-0,7	6,0	10,7	14,8	17,2	15,7	10,5	4,6	-2,5	-7,6	4,3
-7,4	-5,6	0,0	6,5	11,0	15,6	18,0	16,5	11,3	5,2	-0,2	-4,7	5,5
-8,8	-6,7	-0,4	6,2	10,8	15,1	17,5	16,0	10,8	4,8	-1,5	-6,6	4,8
-9,6	-7,3	-0,7	6,1	10,8	14,8	17,2	15,5	10,5	4,5	-2,3	-7,5	4,3
Байтык – 1,58 км (1915–2009 гг.), строки: 1930–1975; 1976–2009; 1915–2009; КС–1989 г.												
-9,3	-8,3	-3,5	2,4	6,9	10,8	13,3	12,2	7,9	2,3	-3,7	-7,4	1,9
-8,8	-8,3	-3,6	2,6	6,7	10,6	13,0	11,9	7,5	2,0	-2,5	-5,9	2,1
-9,2	-8,4	-3,7	2,5	6,8	10,7	13,1	12,1	7,7	2,1	-3,4	-6,8	2,0
-9,4	-8,5	-3,8	2,7	7,0	10,8	13,2	12,7	7,7	2,2	-3,6	-7,2	1,9
Кировское/Кызыл-Адыр – 0,86/0,92 км (1944–2009 гг.), строки: 1944–1975 гг.; 1976–2009 гг.; 1944–2009 гг.												
-13,4	-10,6	-2,5	3,7	7,7	11,2	12,2	9,8	4,6	0,3	-4,7	-10,7	0,6
-11,4	-8,4	-1,6	4,3	8,5	12,3	13,3	10,5	5,3	1,3	-3,1	-7,6	1,9
-12,4	-9,4	-2,1	4,0	8,1	11,7	12,8	10,1	5,0	0,8	-3,9	-9,1	1,3
Талас – 1,22 км (1934–2009 гг.), строки: 1934–1975 гг.; 1976–2009 гг.; 1934–2009 гг.; КС–1989 г.												
-11,9	-9,1	-3,4	2,8	7,5	10,9	12,3	10,5	5,7	1,4	-4,7	-9,4	1,0
-10,0	-8,4	-2,4	3,6	7,8	11,7	13,1	11,5	6,8	2,0	-2,7	-6,7	2,2
-11,0	-8,8	-3,0	3,1	7,6	11,2	12,6	10,9	6,2	1,6	-3,8	-8,2	1,5
-12,0	-9,4	-3,4	3,1	7,5	10,9	12,3	10,4	5,8	1,4	-4,6	-9,3	1,1

10 станций характеризуются следующим. Значения норм СКО для средних минимальных годовых температур малы и колеблются в очень узких пределах, от 0,5 до 1,1 °С. При этом они практически не меняются от периода 1930–1975 к 1976–2010 гг. Это значит, что, несмотря на наблюдавшееся потепление климата, междугодовая колеблемость средних минимальных годовых температур на всех станциях оставалась без изменений.

Как и для остальных характеристик температуры, нормы СКО для средних минимальных месячных температур, по сравнению с нормами для их годовых значений, значительно выше. Особенно это справедливо для зимних, весенних и осенних месяцев, когда нормы СКО могут достигать 2,1–5,0 °С, тогда как летом их минимальные значения могут

опускаться до годовых значений, 0,7–1,1 °С. При этом они точно так же практически не меняются по величине от 1930–1975 к 1976–2010 гг., характеризуя постоянство степени междугодовой изменчивости климата в поле этих температур в это время.

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. 189–197.