

УДК 551.506

5. СОВРЕМЕННОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА СЕВЕРНОГО  
И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КЫРГЫЗСТАНА  
В ПОЛЕ АБСОЛЮТНЫХ МИНИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

О.А. Подрезов, А.О. Подрезов

По многолетним данным 10 метеостанций с учетом высоты и орографии местности, рассматривается современное потепление климата ССЗК в поле абсолютных минимальных температур, характеризующих anomalously холодные погоды зимой и в другие сезоны года, для трех различных 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, Северо-Западный Кыргызстан; современное потепление климата; поле абсолютных минимальных температур.

---

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

O.A. Podrezov, A.O. Podrezov

According to the long-term data of 10 meteorological stations in the Northern and North-Western Kyrgyzstan, considering altitude and orography of the territory, it is considered modern climate warming in the field of the absolute minimum temperatures, corresponding to three time periods: 1930 - 1975 (stable world climate), 1976-2010 (global warming) and the entire analyzed period (1930-2010). The absolute minimum temperatures characterize the anomalously cold weather in winter and other seasons.

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

**Введение.** Настоящая статья является пятой 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 анализируется потепление территории ССЗК в поле *абсолютных минимальных месячных* температур воздуха, которые характеризуют возможные ежегодно anomalously холодные погоды в различные сезоны года. Как и в [1], скорости изменения ночных температур от года к году характеризуются ниже коэффициентами линейных трендов  $b_1$ ,  $b_1$  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 мете-

останций в целом. Другой характеристикой служат трендовые оценки изменения самих температур –  $\Delta T_{46}$ ,  $\Delta T_{35}$  и  $\Delta T_{81}$  – 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

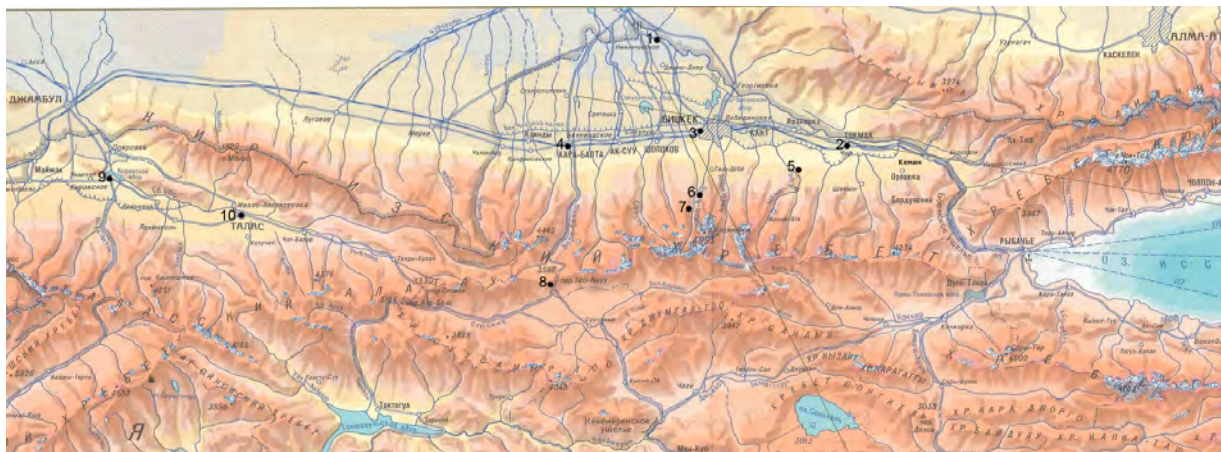


Рисунок 1 – Физико-географическая карта ССЗК с расположением использованных метеостанций.  
Расположение, высота и период наблюдений станций:

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. Иссык-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.)

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 [1–4], 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 таблице 1 в качестве дополнительных. Для них расчетные оценки найдены толь-

ко 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 кривых абсолютных минимальных температур для года и центральных месяцев сезонов** для 10 станций ССЗК наблюдалась их случайная структура с хорошо выраженным чередованием фаз повышения и понижения температуры. При этом от станции к станции наиболее сильно менялись амплитуды фаз, обуславливая индивидуальность временных изменений температуры по станциям и сезонам года. В поле абсолютных минимальных температур такой

колебательный характер хода их 11-летних кривых был выражен наиболее сильно по сравнению со всеми другими температурами. При этом крайняя степень колеблемости соответствовала январю и апрелю месяцам. Все это существенно влияло на знак и величину угловых коэффициентов трендов, как по отдельным станциям, так и двум исследуемым периодам: 1930–1975 и 1976–2010 гг.

Поэтому, как и в полях других температур, здесь наиболее достоверными являются тренды  $b_3$ , полученные по длиннорядным станциям за весь период их работы, которые освещают днища Чуйской и Таласской долин и зону низкогорья до высот 1,5–2 км.

**2. В поле абсолютных минимальных годовых температур** в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по всем 5 длиннорядным станциям ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от слабых до очень сильных,  $b_1 = 0,096\dots, 0,910$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46} = 0,4\dots, 4,2$  °C. (Высокий тренд по станции Кировское  $b_1 = 0,910$  °C/10 лет, возможно, является завышенным, но нами не забракован, т. к. станция отмечает очень высокое потепление и в период 1976–2010 гг.). В среднем это дало повышение температуры с относительно высокой скоростью,  $b_1(\text{сред.}) = 0,345$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46} = 1,6$  °C. При этом по долинам скорость была больше, чем по склонам: долинные районы (4 станции) –  $b_1(\text{сред.}) = 0,240$  °C/10 лет,  $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 1,1$  °C; склоновая станция Байтык –  $b_1 = 0,096$  °C/10 лет,  $\Delta T_{46} = 0,4$  °C.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от относительно низких до очень высоких,  $b_2 = 0,169\dots, 1,031$  °C/10 лет и  $\Delta T_{35} = 0,9\dots, 3,6$  °C. Это дало в среднем по 5 станциям  $b_2(\text{сред.}) = 0,532$  °C/10 лет и  $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 1,9$  °C. При этом по долинам скорость была также больше, чем по склонам: долинные районы (4 станции) –  $0,623$  °C/10 и  $\Delta T_{35} = 2,2$  °C; склоновая станция Байтык –  $b_2 = 0,169$  °C/10 и  $\Delta T_{35} = 0,6$  °C. Наиболее высокое потепление наблюдалось на долинной станции Кировское –  $1,031$  °C/10 лет и  $\Delta T_{35} = 3,6$  °C.

В целом для периода 1930–2010 гг. на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от слабых до высоких,  $b_3 = 0,096\dots, 0,630$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 0,8\dots, 5,1$  °C. Это дало в среднем по 5 станциям относительно высокую скорость потепления,  $b_3(\text{сред.}) = 0,381$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 3,1$  °C. При этом дифференцированные по долинным и склоновым районам эти оценки равны: долинные районы (4 станции) –  $b_3(\text{сред.}) = 0,453$  °C/10 лет

и  $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 3,7$  °C, склоновая станция Байтык –  $b_3 = 0,095$  °C/10 лет,  $\Delta T_{81} = 0,8$  °C.

По отдельным станциям значения  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_3$  колебались в диапазоне от 0,019 до 0,910 °C/10 лет. 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 3 случаях из 5 и оказалась значимой в двух случаях из 5.

**3. В поле абсолютных минимальных январских температур (зима)** в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. на 4 длиннорядных станциях ССЗК (исключая Кировское) шло потепление со скоростями от слабых до умеренных,  $b_1 = 0,132\dots, 0,284$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46} = 0,6\dots, 1,3$  °C. При этом потепление на склоновой станции Байтык лежало вблизи верхней границы этого диапазона,  $b_1 = 0,228$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46} = 1,0$  °C. На станции Кировское, напротив, наблюдалось похолодание со скоростью, близкой к высокой,  $b_1 = -0,423$  °C/10 лет и значением  $\Delta T_{46} = -1,9$  °C. В среднем по всем 5 станциям это дало очень слабое повышение температуры со значением  $b_1(\text{сред.}) = 0,079$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46}(\text{сред.}) = 0,4$  °C.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. на 4 долинных станциях ССЗК (кроме Байтыка) наблюдалось потепление с высокими и очень высокими скоростями,  $b_2 = 0,582\dots, 2,283$  °C/10 лет, что дало  $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 2,0\dots, 4,8$  °C. В среднем по 4 долинным станциям получено:  $b_2(\text{сред.}) = 1,356$  °C/10 лет, что дало  $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 4,8$  °C. На склоновой станции Байтык, напротив, имело место существенное похолодание,  $b_2(\text{сред.}) = -0,374$  °C/10 лет и  $\Delta T_{35} = -1,3$  °C.

В результате, среднее по всем 5 длиннорядным станциям значение тренда велико,  $b_1(\text{сред.}) = 1,010$  °C/10 лет, что дает оценку потепления  $\Delta T_{35}(\text{сред.}) = 3,5$  °C.

В целом для периода 1930–2010 гг. на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК наблюдалось потепление со скоростями от умеренных до высоких,  $b_3 = 0,202\dots, 0,850$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 1,6\dots, 6,9$  °C. Это дало самую высокую из всех рассмотренных характеристик температуры среднюю по 5 станциям скорость потепления,  $b_3(\text{сред.}) = 0,658$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 5,3$  °C. При этом на 4 долинных станциях среднее потепление было еще выше ( $b_3(\text{сред.}) = 0,722$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81}(\text{сред.}) = 6,3$  °C). На склоновой станции Байтык потепление было самым низким,  $b_3 = 0,202$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 1,6$  °C.

По всем 10 станциям значения  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_3$  колебались в самом широком из всех рассмотренных случаях диапазоне, от  $-1,014$  до  $+1,321$  °C/10 лет. В 15 случаях из 20 эти коэффициенты являлись статистически значимыми. Разность  $\Delta b = b_2 - b_1$

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

Метеостанция (высота, км)	Статистические характеристики и оценки						
	$b_1^{\circ\text{C}/10}$	$b_2^{\circ\text{C}/10}$	$\Delta b$	$b_3^{\circ\text{C}/10}$	$\Delta T_{46}^{\circ\text{C}}$	$\Delta T_{35}^{\circ\text{C}}$	$\Delta T_{81}^{\circ\text{C}}$
Абсолютные минимальные годовые температуры							
Жаны-Жер*		<b>0,383</b>				1,3	
Токмак	<b>0,255</b>	<b>0,189</b>	-0,0066	<b>0,367</b>	1,2	0,7	3,0
Бишкек	<b>0,246</b>	<b>0,654</b>	<b>0,0407</b>	<b>0,438</b>	1,1	2,3	3,6
Кара-Балта*		<b>0,695</b>				2,4	
Ыссык-Ата*		<b>0,311</b>				1,1	
Байтык	<b>0,096</b>	<b>0,169</b>	-0,0073	<b>0,095</b>	0,4	0,6	0,8
Альплагерь*		<b>0,502</b>				1,8	
Тюя-Ашу *		0,019				0,1	
Кировское	<b>0,910</b>	<b>1,031</b>	0,0121	<b>0,630</b>	4,2	3,6	5,1
Талас	<b>0,219</b>	<b>0,619</b>	<b>0,0401</b>	<b>0,375</b>	1,0	2,2	3,0
<i>Среднее</i>	0,345	0,532		0,381	1,6	1,9	3,1
Абсолютные минимальные температуры января (зима)							
Жаны-Жер*		0,344				1,2	
Токмак	0,132	<b>0,582</b>	<b>0,0450</b>	<b>0,696</b>	0,6	2,0	5,6
Бишкек	0,284	<b>1,239</b>	<b>0,0955</b>	<b>0,850</b>	1,3	4,3	6,9
Кара-Балта*		<b>0,337</b>				1,2	
Ыссык-Ата*		<b>0,344</b>				1,2	
Байтык	0,228	<b>-0,374</b>	<b>0,0602</b>	<b>0,202</b>	1,0	-1,3	1,6
Альплагерь*		<b>-1,014</b>				-3,5	
Тюя-Ашу *		-0,202				-0,7	
Кировское	<b>-0,423</b>	<b>2,283</b>	<b>0,2706</b>	<b>0,830</b>	-1,9	8,0	6,7
Талас	0,174	<b>1,321</b>	<b>0,1147</b>	<b>0,711</b>	0,8	4,6	5,8
<i>Среднее</i>	0,079	1,010		0,658	0,4	3,5	5,3
Абсолютные минимальные температуры апреля (весна)							
Жаны-Жер*		0,100				0,4	
Токмак	<b>0,497</b>	<b>-0,767</b>	<b>-0,1253</b>	<b>0,176</b>	2,2	-2,7	1,4
Бишкек	<b>0,213</b>	0,077	-0,0135	<b>0,265</b>	1,0	0,3	2,1
Кара-Балта*		-0,100-				-0,4	
Ыссык-Ата*		-0,438				-1,5	
Байтык	<b>0,314</b>	-0,067	<b>-0,0381</b>	<b>0,125</b>	1,4	-0,2	1,0
Альплагерь*		0,333				1,2	
Тюя-Ашу*юж		-1,039				-3,6	
Кировское	<b>0,964</b>	<b>0,320</b>	<b>-0,0644</b>	<b>0,354</b>	4,4	1,1	2,9
Талас	<b>-0,015</b>	<b>0,562</b>	<b>0,0577</b>	<b>0,366</b>	-0,1	2,0	3,0
<i>Среднее</i>	0,393	0,025		0,270	1,8	0,1	2,1
Абсолютные минимальные температуры июля (лето)							
Жаны-Жер*		0,004				0,0	
Токмак	<b>0,265</b>	<b>-0,808</b>	<b>-0,1073</b>	<b>0,115</b>	1,2	-2,8	0,9
Бишкек	<b>0,346</b>	<b>-0,161</b>	<b>-0,0507</b>	<b>0,277</b>	1,6	-0,6	1,8
Кара-Балта*		-0,127				-0,4	
Ыссык-Ата*		<b>-0,395</b>				-1,4	
Байтык	<b>0,132</b>	<b>-0,789</b>	<b>-0,0922</b>	-0,009	0,6	-2,8	-0,1
Альплагерь*		0,063				0,2	

Метеостанция (высота, км)	Статистические характеристики и оценки						
	$b_1$ , °C/10	$b_2$ , °C/10	$\Delta b$	$b_3$ , °C/10	$\Delta T_{46}$ , °C	$\Delta T_{35}$ , °C	$\Delta T_{81}$ , °C
Тюя-Ашу*юж		<b>0,277</b>				1,0	
Кировское	<b>0,787</b>	<b>-0,197</b>	<b>-0,0984</b>	<b>0,174</b>	3,6	-0,7	1,4
Талас	<b>0,261</b>	-0,231	<b>-0,0492</b>	<b>0,123</b>	1,2	-0,8	1,0
<i>Среднее</i>	0,358	-0,437		0,126	1,7	-1,5	1,0
Абсолютные минимальные температуры октября (осень)							
Жаны-Жер*		<b>0,445</b>				1,6	
Токмак	<b>-0,230</b>	0,274	<b>0,0504</b>	-0,003	-1,1	1,0	0,0
Бишкек	0,056	<b>0,852</b>	<b>0,0796</b>	<b>0,153</b>	0,3	3,0	1,2
Кара-Балта*		<b>2,135</b>				7,5	
Ыссык-Ата*		<b>0,617</b>				2,2	
Байтык	0,102	<b>0,787</b>	<b>0,065</b>	<b>0,112</b>	0,5	2,8	0,9
Альплагерь*		<b>2,273</b>				8,3	
Тюя-Ашу*юж		0,222				0,8	
Кировское	<b>0,795</b>	<b>1,116</b>	<b>0,0321</b>	<b>0,545</b>	3,7	3,9	4,4
Талас	-0,014	<b>1,139</b>	<b>0,1153</b>	<b>0,229</b>	-0,1	4,0	1,9
<i>Среднее</i>	0,142	0,834		0,207	0,7	2,9	1,7

была положительной в 5 случаях из 5 и оказалась значимой так же во всех 5 случаях из 5.

**4. В поле абсолютных минимальных апрельских температур (весна)** в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по 3 длиннорядным станциям ССЗК (кроме Таласа) наблюдалось повышение температуры со скоростью от умеренной (Бишкек  $b_1 = 0,213$  °C/10 лет) до очень сильной (Кировское  $b_1 = 0,964$  °C/10 лет), что дало диапазон  $\Delta T_{46}$  1,0–4,4 °C. На станции Талас тренд был слабо отрицательным (почти нулевым),  $b_1 = -0,015$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46} = -0,1$  °C. В среднем по всем 5 длиннорядным станциям  $b_1$  (сред.) = 0,393 °C/10 лет, что дало  $\Delta T_{46} = 1,8$  °C. В этом случае, наряду со средними оценками, рекомендуется использовать на практике и их индивидуальные значения по станциям, приведенными в сводной таблице 1.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. на 5 длиннорядных долинных станциях ССЗК значения  $b_2$  и  $\Delta T_{35}$  различались очень сильно, хотя и слабее, чем в этот период в январе:  $b_2 = -0,767 \dots, +0,562$  °C/10 лет,  $\Delta T_{35} = -2,7 \dots, +2,0$  °C. В результате разнонаправленности трендов по отдельным станциям, среднее по 5 станциям значение  $b_2$  оказалось близким к нулевому,  $b_2$  (сред.) = 0,025 °C/10 лет, что дает очень малое значение  $\Delta T_{35}$  (сред.) = 0,1 °C. В такой ситуации, наряду с этими средними значениями, следует обязательно использовать индивидуальные оценки по различным станциям, приведенным в сводной таблице 1.

В целом для периода 1930–2010 гг. на всех 5 длиннорядных станциях наблюдалось потепление со скоростью от относительно слабой

( $b_3 = 0,125$  °C/10 лет) до умеренно высокой ( $b_3 = 0,366$  °C/10 лет), что дало диапазон  $\Delta T_{81} = 1,0 \dots, 3,0$  °C. В результате, по 5 станциям получена умеренная скорость потепления,  $b_3$ (сред.) = 0,270 °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 2,1$  °C. При этом на склоновой станции Байтык потепление было наиболее слабым,  $b_3 = 0,125$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 1,0$  °C.

По всем 10 станциям значения  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_3$  колебались в очень широком диапазоне от  $-1,039$  до  $+0,964$  °C/10 лет. В 15 случаях из 20 эти коэффициенты являлись статистически значимыми. Разность  $\Delta b = b_2 - b_1$  была положительной в одном случае из 5 и оказалась значимой в 4 случаях из 5.

**5. В поле абсолютных минимальных июльских температур (лето)** в период стабильного мирового климата 1930–1975 гг. по всем 5 длиннорядным станциям ССЗК наблюдалось повышение температуры со скоростями от слабых ( $b_1 = 0,132$  °C/10 лет) до очень сильных ( $b_1 = 0,787$  °C/10 лет), что соответствовало  $\Delta T_{45} = 0,6 - 3,6$  °C. В результате, среднее по 5 станциям значение  $b_1$ (сред.) = 0,132 °C/10 лет и  $\Delta T_{45}$  (сред.) = 1,7 °C. При этом по долинным районам потепление было более интенсивным, чем по склонам: долинные районы (4 станции) –  $b_1$ (сред.) = 0,415 °C/10 лет и  $\Delta T_{46}$  (сред.) = 1,9 °C, склоновая станция Байтык –  $b_1 = 0,132$  °C/10 лет,  $\Delta T_{46} = 0,6$  °C.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. напротив, все 5 длиннорядных станций отмечали похолодание со скоростями от умеренных ( $b_2 = -0,161$  °C/10 лет) до очень сильных ( $b_2 = -0,808$  °C/10 лет), что соответствовало диапазону  $\Delta T_{35} = -0,60 \dots, -2,8$  °C. В результате, среднее по 5 станциям

похолодание было достаточно сильным, (сред.) =  $-0,437$  °C/10 лет и  $\Delta T_{35}$  (сред.) =  $-1,5$  °C. При этом на склоновой станции Байтык оно было практически таким же ( $b_1 = -0,789$  °C/10 лет и  $\Delta T_{45} = -2,8$  °C), как и самое сильное похолодание в Токмаке.

Однако, несмотря на такие отрицательные значения  $b_2$ , в целом для периода 1930–2010 гг. по 4 долинным станциям наблюдалось потепление со скоростями от слабых ( $b_3 = 0,115$  °C/10 лет) до умеренных ( $b_3 = 0,277$  °C/10 лет), что соответствовало  $\Delta T_{81} = 0,9-1,8$  °C. Среднее по 4 этим станциям потепление было слабым, значение  $b_3$ (сред.) =  $0,126$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81}$  (сред.) =  $1,0$  °C. При этом на склоновой станции Байтык наблюдалось очень слабое похолодание (практически нулевой тренд),  $b_3 = -0,009$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = -0,1$  °C.

По всем 10 станциям значения  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_3$  колебались в очень широком диапазоне от  $-0,808$  до  $+0,787$  °C/10 лет. При этом в 15 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 также во всех 5 случаях.

**6. В поле абсолютных минимальных октябрьских температур (осень)** наблюдались разные по знаку и различные по абсолютной величине значения угловых коэффициентов. Так, две станции Чуйской долины показывали очень слабое потепление (Бишкек  $b_1 = 0,056$  °C/10 лет) и умеренное похолодание (Токмак  $b_1 = -0,230$  °C/10 лет), а две станции Таласской долины – очень слабое похолодание (Талас  $b_1 = -0,014$  °C/10 лет) и очень сильное потепление (Кировское  $b_1 = 0,795$  °C/10 лет). На склоновой станции Байтык шло слабое потепление с  $b_1 = 0,102$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46} = 0,5$  °C. В целом диапазон  $b_1 = -0,230...,+0,795$  °C/10 лет, что соответствовало  $\Delta T_{46} = -1,1...,+3,7$  °C. В среднем по всем 5 станциям это дало слабое потепление,  $b_1$ (сред.) =  $0,142$  °C/10 лет и  $\Delta T_{46}$ (сред.) =  $0,7$  °C. В такой ситуации, наряду со средними оценками, следует использовать и их индивидуальные по станциям значения.

В период потепления мирового климата 1976–2010 гг. на всех 5 длиннорядных станциях ССЗК наблюдалось потепление от умеренного до очень сильного,  $b_2 = 0,274... , 1,139$  °C/10 лет, что соответствовало  $\Delta T_{35} = 1,0... , 4,0$  °C. При этом умеренное потепление наблюдалось только на долинной станции Токмак. На склоновой станции Байтык оно было очень сильным ( $b_2 = 0,787$  °C/10 лет), а на остальных трех станциях – еще более сильным ( $b_2 = 0,852... , 1,139$  °C/10 лет). В среднем по всем 5 станциям это дало очень сильное потепление,  $b_2$ (сред.) =  $0,834$  °C/10 лет и  $\Delta T_{35}$ (сред.) =  $2,9$  °C.

В целом для всего периода 1930–2010 гг. на 5 длиннорядных станциях ССЗК имело место изменение абсолютных минимальных температур от практически нулевых (Токмак  $b_3 = -0,003$  °C/10 лет,  $\Delta T_{81} = 0,0$  °C) до сильного потепления (Кировское  $b_3 = 0,545$ ,  $\Delta T_{81} = 4,4$  °C). В среднем по 5 станциям это дало потепление с умеренной скоростью,  $b_3$ (сред.) =  $0,207$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81}$ (сред.) =  $1,7$  °C. При этом на склоновой станции Байтык потепление было слабым,  $b_3 = 0,112$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 0,9$  °C.

По всем 10 станциям значения  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_3$  колебались в очень широком диапазоне от  $-0,230$  до  $2,135$  °C/10 лет. При этом в 13 случаях из 20 эти коэффициенты являлись статистически значимыми. Разность  $\Delta b = b_2 - b_1$  была положительной в 5 случаях из 5 и оказалась значимой так же во всех 5 случаях из 5.

**7. Повторяемости статистических качеств коэффициентов трендов  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  и разности  $\Delta b = b_2 - b_1$**  в поле абсолютных минимальных годовых и абсолютных минимальных месячных температур по 5 длиннорядным станциям приведены в таблице 2. Как видно, повторяемость  $b_1$  со знаком “+” и “-” была равна соответственно 84 и 16 %, а повторяемость  $b_2$  – составила 72 и 28 %. Значения  $b_3$  со знаком “+” абсолютно преобладали (92 %), имея знаки “-” всего в 8 % случаев. Разности  $\Delta b = b_2 - b_1$ , в 56 % случаев были положительны, а в 44 % отрицательны, значимы они были в 84 % случаев, а в 16% нет. Статистически значимые  $b_1$  наблюдались в 76 %, а незначимые в 24 %, для  $b_2$  эти цифры были аналогичными, 80 и 20 %. Для  $b_3$  значимость наблюдалась в 92 %, а незначимость в 8 %.

Таблица 2 – Итоговые результаты повторяемости (%) различных “качеств”  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  и  $\Delta b$  по 5 длиннорядным станциям совместно для года и центральных месяцев сезонов

Показатель качества	Тренды по различным периодам и разность $\Delta b$			
	$b_1$	$b_2$	$\Delta b$	$b_3$
Число случаев	25	25	25	25
Со знаком + (%)	84	72	56	92
Со знаком – (%)	16	28	44	8
Значимых (%)	76	80	84	92
Незначимых (%)	24	20	16	8

**8. Изменения норм абсолютных минимальных температур по различным периодам** по 5 длиннорядным станциям характеризуются следующим (таблица 3). В целом по 5 станциям ССЗК в среднем для года абсолютная минимальная температура повысилась на  $1,62$  °C

Таблица 3 – Нормы абсолютных минимальных 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.)

Месяц 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.												
-21,7	-19,0	-11,5	-2,3	3,4	8,6	11,7	9,0	2,5	-3,4	-14,9	-19,7	-4,8
-18,4	-15,9	-9,5	-1,6	3,2	9,1	12,3	10,2	3,5	-2,8	-9,6	-16,0	-3,0
-20,3	-17,6	-10,6	-2,0	3,3	8,8	11,9	9,5	2,9	-3,1	-12,6	-18,1	-4,0
Бишкек – 0,76 км (1928-2009), строки: 1930–1975; 1976–2009; 1928–2009: КС – 1989 г.												
-21,4	-19,0	-11,7	-2,3	3,2	8,7	11,9	9,9	3,0	-3,3	-14,4	-19,6	-4,6
-17,4	-15,6	-9,4	-1,3	3,1	9,4	12,8	10,6	4,0	-2,4	-9,6	-15,0	-2,6
-19,9	-17,6	-10,8	-1,8	3,1	8,9	12,3	10,2	3,4	-3,0	-12,5	-17,8	-3,8
-22	-20	-12	-2	3	8	12	10	3	-4	-14	-19	-4,8
Байтык – 1,58 км (1915–2009 гг.), строки: 1930–1975; 1976–2009; 1915–2009; КС – 1989 г.												
-18,3	-17,5	-13,5	-7,1	-0,6	4,9	8,2	6,6	0,8	-6,9	-14,7	-17,5	-6,3
-17,4	-16,7	-12,6	-5,7	-0,8	4,5	7,7	6,2	0,5	-6,4	-12,0	-15,7	-5,7
-18,2	-17,3	-13,2	-6,3	-0,4	4,7	7,9	6,6	0,7	-6,8	-13,9	-16,6	-6,1
-19	-18	-14	-6	0	5	8	7	1	-7	-15	-17	-6,3
Кировское/Кызыл-Адыр – 0,86/0,92 км (1944–2009 гг.), строки: 1944–1975 гг.; 1976–2009 гг.; 1944–2009 гг.												
-26,0	-24,1	-13,8	-3,9	0,9	5,4	7,3	4,1	-2,2	-7,2	-17,3	-22,4	-8,3
-23,2	-19,7	-11,5	-3,2	1,1	5,6	7,7	5,2	-1,0	-5,8	-13,0	-19,4	-6,4
-24,6	-21,8	-12,6	-3,5	1,0	5,5	7,5	4,6	-1,6	-6,5	-15,1	-20,8	-7,3
Талас – 1,22 км (1934–2009 гг.), строки: 1934–1975 гг.; 1976–2009 гг.; 1934–2009 гг.; КС – 1989 г.												
-24,1	-20,8	-14,2	-6,5	0,8	5,5	7,8	5,2	-1,0	-6,5	-17,7	-21,5	-7,8
-20,7	-18,6	-12,1	-4,3	0,6	5,8	8,5	6,3	0,3	-5,3	-12,7	-18,6	-5,9
-22,6	-19,8	-13,3	-5,5	0,7	5,6	8,1	5,7	-0,4	-6,0	-15,5	-20,2	-6,9
-24	-21	-14	-5	1	5	8	5	-1	-7	-17	-22	-8,1

от 1930–1975 к 1976–2010 гг., т. е. за 40 лет, если считать от центров периодов. При этом на Байтыке, как и для остальных характеристик температуры, наблюдалось минимальное повышение нормы, всего на 0,6 °С. По остальным станциям повышение норм составляло от 1,8 до 2,0 °С, т. е. было весьма существенным. Относительно данных Климатического справочника среднее повышение норм в 1976–2010 гг. было минимальным в Байтыке – всего на 0,6 °С, а в Бишкеке и Таласе составляло 2,2 °С.

Из 60 случаев месячных норм абсолютных минимальных температур в 52 случаях (87 %) от 1930–1975 к 1976–2010 гг. наблюдалось их повышение. Повышение было максимальным

в холодный период года с ноября по март, достигая 2–5,3 °С. В остальное время года характерным было более слабое повышение норм в пределах 0,3–1,5 °С. Из 8 случаев понижения температуры 5 соответствует Байтыку, где с марта по сентябрь это понижение составляло диапазон –0,2...–0,5 °С, т. е. было небольшим. Три остальных случая на станциях Токмак, Бишкек и Талас были очень малы, на –0,1 и –0,2 °С.

Таким образом, наиболее интенсивные потепления в нормах на станциях соответствовали холодному периоду года с ноября по март, а наименее интенсивные – второй половине весны, лету и началу осени.

**9. Нормы средних квадратических отклонений (СКО) абсолютных минимальных температур для различных периодов** по данным всем 10 станций характеризуются следующим. Значения норм СКО абсолютных минимальных годовых температур за период 1976–2010 гг. по всем 10 станциям малы и колеблются в очень узких пределах, от 0,5 до 1,5 °С. Различия годовых норм, полученные за два смежных периода 1930–1975 и 1976–2010 гг. по 5 длиннорядным станциям, очень малы и составляют всего 0,1–0,2 °С (только в Таласе различие равно 0,5 °С). Это значит, что, несмотря на наблюдающееся потепления климата, межгодовая колеблемость самих температур на станциях оставалась без изменений.

Однако для абсолютных минимальных месячных температур нормы их СКО значительно выше средних годовых значений и сильно меняются по станциям. Особенно это справедливо для зимних, весенних и осенних месяцев. Так, для периода 1976–2010 гг. по данным всех 10 станций общий диапазон месячных значений СКО составил 0,8–6,7 °С, а наибольшие в году для каждой станции значения месячных норм СКО менялись от 3,0 °С (Иссык-Ата) до 6,7 °С (Бишкек). Летом значения норм уменьшались, имея общий диапазон 0,8–2,9 °С, а характерный всего 1,0–2,0 °С. Для перио-

дов 1930–1975 и 1030–2010 гг. картина в целом имеет аналогичный вид. Все это говорит о более высоких междугодовых колебаниях абсолютных минимальных температур отдельных месяцев по сравнению с их значениями, полученными для годового осреднения.

#### *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. Т. 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. Т. 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. Т. 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. 2017. Т. 17. № 12. С. 183–189.