

УДК 551.506 (575.2)

## ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПО ТЕРРИТОРИИ ИЗМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА СЕВЕРНОГО И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КЫРГЫЗСТАНА

О.А. Подрезов, А.О. Подрезов

По многолетним данным 10 метеостанций рассматривается среднее по территории Северного и Северо-Западного Кыргызстана потепление климата в полях 5 различных характеристик температуры воздуха, а также годовых и сезонных сумм осадков, соответствующее трем временным периодам: 1930–1975 гг. (стабильный мировой климат), 1976–2010 гг. (потепление мирового климата) и всему анализируемому периоду в целом (1930–2010 гг.).

*Ключевые слова:* Северный, Северо-Западный Кыргызстан; интегральное по территории изменение различных характеристик температуры и осадков за период 1930–2010 гг.

---

## MODERN CLIMATE CHANGE INTEGRATED IN THE TERRITORY OF THE NORTHERN AND NORTH-WESTERN KYRGYZSTAN

O.A. Podrezov, A.O. Podrezov

According to the long-term data of 10 meteorological stations in the Northern and North-Western Kyrgyzstan it is considered average warming in the fields of 5 different temperature characteristics, and annual and seasonal precipitation, corresponding to three time periods: 1930–1975 (stable world climate), 1976–2010 (global warming) and the entire analyzed period (1930–2010).

*Keywords:* Northern and Northwestern Kyrgyzstan; integral change in the territory of different temperature characteristics and precipitation for the period of 1930–2010.

**Введение.** Северный и Северо-Западный Кыргызстан (ССЗК) включает Чуйскую (с Чон-Кеминской) и Таласскую впадины с их высокими южными горными обрамлениями: широтными хребтами – барьерами Киргизским и Таласским, имеющими средние высоты гребневых линий соответственно 3,7 и 3,9 км [1]. Это один из основных экономически наиболее развитых районов Кыргызстана. В работе [2] приведено обстоятельное исследование изменения современного климата ССЗК на интервале 1930–2010 гг., т. е. за период имеющихся инструментальных наблюдений метеостанций. Учитывая важность этого вопроса, а также малую доступность широкой общественности работы [2], которая издана тиражом всего 150 экз., авторы посчитали целесообразным опубликовать в Вестнике КРСУ основные результаты этих исследований в серии из 7 специальных статей, в которых будут достаточно детально описаны главные аспекты происходящих, далеко не однозначных, климатических изменений. Они будут представлены в полях различных температур воз-

духа/осадков, а также по различным высотным зонам орографически сложной территории ССЗК.

В первой статье из этой серии приведены основные выводы или резюме, вытекающее из работы [2]. В ней в сжатой форме по многолетним данным 10 метеостанций, расположение и период наблюдений которых показан на рисунке 1, дана интегральная, т. е. *осредненная по всей территории ССЗК в целом* характеристика изменения современного климата в полях годовых и сезонных сумм осадков, а также пяти различных температур воздуха:

- 1) среднегодовые и среднемесячные температуры, характеризующие средние годовые и средние месячные температурные условия на станции;
- 2) средние из *минимальных суточных* значений температуры для каждого месяца, характеризующие в среднем выводе *средние ночные* температурные условия этого месяца на станции;
- 3) средние из *абсолютных минимальных месячных* значений температуры, характеризующие

- предельные *экстремально холодные погоды*, которые в среднем выводе могут наблюдаться ежегодно в этом месяце на станции;
- 4) средние из *максимальных суточных значений* температуры для каждого месяца, характеризующие в среднем выводе *средние послеполуденные* температурные условия этого месяца на станции;
  - 5) средние из *абсолютных максимальных месячных значений* температуры, характеризующие предельные *экстремально теплые погоды*, которые в среднем выводе могут ежегодно наблюдаться в этом месяце на станции.

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. Станции с более коротким периодом считались короткорядным (в таблице 1 они отмечены звездочкой), и их результаты использовались в качестве дополнительных. Всего оказалось 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. Короткорядные станции для периода 1976–2010 гг. дополнительно освещают осевую зону и запад Чуйской долины (Чуйская и Карабалта/Калининское), подножье (Ыссык-Ата/Юрьевка – 1,03 км), среднегорную (Альплагерь – 2,13 км) и высокогорную (Тюя-Ашу юж. – 3,23 км) зоны северного склона Киргизского хребта.

Суть методики обработки и интерпретации расчетных климатических данных состояла в следующем. По исходным рядам месячных/годовых температур воздуха (для осадков – их сезонных и годовых сумм) вначале были рассчитаны скользящие 11-летние средние значения, чтобы выделить низкочастотные компоненты изменения климата в период 1930–2010 гг., а затем по 11-летним средним найдены оценки линейных трендов, соответствующих периодам: 1930–1975 гг. (стабильный мировой климат), 1976–2010 гг. (потепление мирового климата) и всему анализируемому периоду в целом (1930–2010 гг.). Для короткорядных станций такие оценки могли быть найдены только для периода потепления мирового климата 1976–2010 гг.

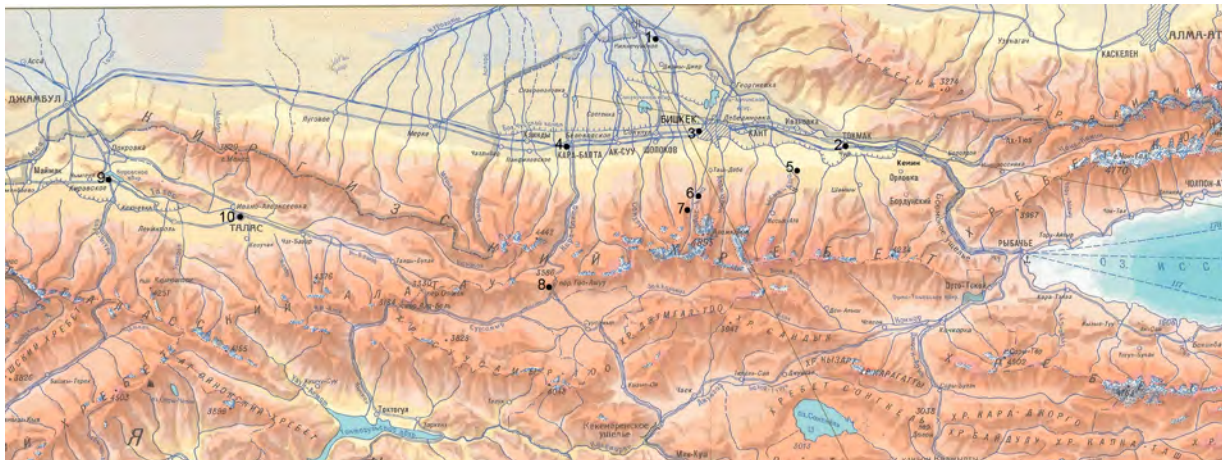


Рисунок 1 – Физико-географическая карта ССЗК с расположением использованных метеостанций.

Расположение, высота и период наблюдений станций:

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

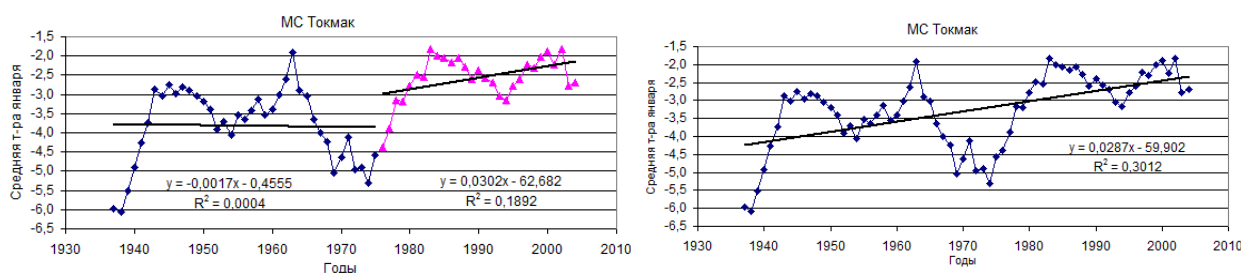


Рисунок 2 – Ход 11-летних январских температур для станции Токмак с графиками и уравнениями линейных трендов для периодов 1937–1975 и 1976–2004 гг. (верхний рисунок) и для всего периода в целом 1937–2004 гг. (нижний рисунок)

Уравнения линейных трендов искались в виде

$$y = b_0 + b_{1-3} * x \pm s, \quad (1)$$

где  $y$  – температура, °C /осадки, мм;  $x$  – год (например, – 2005);  $b_1, b_2$  и  $b_3$  (°C/год или мм/год) – угловые коэффициенты трендов соответственно за периоды 1930–1975, 1976–2010 и 1930–2010 гг.;  $b_0$  (°C или мм) – свободный член уравнений (различный для каждого из периодов);  $\pm s$  (°C или мм) – средние квадратические ошибки уравнений тренда. Оценка статистической значимости уравнений трендов определялась на уровне доверительной вероятности  $p = 0,95$  по  $F$  – критерию Фишера. Для длиннорядных станций, для которых одновременно были рассчитаны коэффициенты  $b_1$  и  $b_2$ , относящиеся к периодам 1930–1975 и 1976–2010 гг., кроме того, оценивалась статистическая значимость их разности  $\Delta b = b_2 - b_1$  на уровне  $p = 0,95$  по специальному виду  $t$ -критерия Стьюдента [3]. На рисунке 2 показан пример расчета трендов для всех трех периодов по станции Токмак. Прежде всего, обратим внимание на хорошо выраженные фазы повышения и понижения средней январской температуры, наблюдающиеся на этих кривых, с четкими максимумами и минимумами, что имело место во всех случаях, как для температуры, так и осадков. На верхнем рисунке видно, что, как правило, тренды для 1930–1975 и 1976–2010 гг. терпят *границный разрыв* на стыке 1975/76 гг. из-за различий свободных членов уравнений  $b_0$  (на рисунке 2 они равны:  $-0,46$  и  $-62,7$  °C). Одновременно общим правилом является то, что линии трендов имеют *различный наклон* из-за разницы по абсолютной величине (а часто и по знакам) угловых коэффициентов (на рис.  $2b_1 = -0,0017$  °C/год и  $b_2 = 0,0302$  °C/год). Поэтому надо помнить, что для значений  $b$  и  $\Delta T$  в общем случае справедливо:

$$b_3 \neq b_1, b_3 \neq b_2, b_3 \neq 0,5(b_1 + b_2) \text{ и } \Delta T_{81} \neq \Delta T_{46} + \Delta T_{35}, \quad (2)$$

что вытекает из методики их расчета. Это означает, что трендовые оценки изменений температур  $\Delta T$  от начала к концу периода и оценки самих значений температур  $T$  (например, по кратным десятилетиям внутри периодов) следует находить *только* по соответствующим им коэффициентам трендов, т. е., например, определять  $\Delta T_{35}, \Delta T_{46}$  и  $\Delta T_{81}$  (индекс соответствует длительности периода в годах), соответственно по  $b_1, b_2$  и  $b_3$ .

Как уже отмечалось, в настоящей работе в сжатой форме приводятся только осредненные по всей территории ССЗК данные о наблюдаемых изменениях климата, без какой-либо дифференциации по различным высотным и орографическим зонам. Поэтому авторы посчитали необходимым привести более детальную характеристику наблюдаемых климатических изменений в полях осадков (одна статья), а также отдельно по каждой из пяти перечисленных выше характеристик температуры (пять статей), с обязательным отражением различий наблюдаемых изменений климата *по долинным и горным районам*, сохраняя во всех статьях единство методики, анализа и полноты приводимых климатических данных.

**1. Для всех 5 рассмотренных характеристик температур** в годовом осреднении, а также для всех январских температур в *среднем по территории ССЗК* получены только положительные значения угловых коэффициентов трендов  $b_1, b_2$  и  $b_3$ , соответствующих 1930–1975, 1976–2010 и 1930–2010 гг. Поэтому можно было найти не только *осредненные значения* самих коэффициентов по всем температурам и трем периодам, но и *отношения* коэффициентов, которые характеризуют сравнительную кратность скоростей потепления по периодам. Такие осредненные показатели оказались равными:

Коэффициенты	$b_1$ °C/10 л.	$b_2$ °C/10 л.	$b_3$ °C/10 л.	$b_2/b_1$	$b_2/b_3$	$b_1/b_3$
Год	0,170	0,325	0,253	1,915	1,284	0,670
Январь	0,115	0,576	0,392	5,002	1,468	0,294

Таблица 1 – Скорости  $b$  и величины изменений  $\Delta T$  средних температур в 1930–2010 гг. в среднем по территории ССЗК

Год или месяц	Скорости изменения сред. т-тур			Величины изменения сред. т-тур		
	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.
	$b_1$ °C/10 л.	$b_2$ °C/10 л.	$b_3$ °C/10 л.	$\Delta T_{46}$ °C	$\Delta T_{35}$ °C	$\Delta T_{81}$ °C
Год	0,065	0,270	0,187	0,3	1,0	1,5
Январь	0,077	0,564	0,324	0,4	2,0	2,6
Апрель	0,170	-0,175	0,130	0,8	-0,6	1,1
Июль	-0,089	-0,218	0,052	-0,4	-0,8	0,4
Октябрь	-0,098	0,476	0,157	-0,5	1,7	1,3

Видно, что в самом общем выводе (в среднем по всем температурам для года) скорость потепления на территории ССЗК в 1976–1910 гг., т. е. значение  $b_2 = 0,325$  °C/10 лет, что в 1,9 раза превышало скорость  $b_1$  в 1930–1975 гг. Одновременно значение  $b_2$  больше  $b_3 = 0,253$  °C/10 лет, найденного за весь исследуемый период 1930–2010 гг., в 1,3 раза. Для января эти показатели оказались значительно выше:  $b_2 = 0,576$  °C/10 лет,  $b_2/b_1 = 5,0$ , а  $b_2/b_3 = 1,5$ , что говорит об основном вкладе зимней доли потепления в его итоговое годовое значение. Более дифференцированную картину для территории ССЗК можно получить, рассматривая скорости потепления/похолодания по этим периодам в полях различных температур, что приводится ниже.

**2. В поле средних годовых температур** (таблица 1) на территории ССЗК в 1930–2010 гг. шло потепление со 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 предельно 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. То, что потепление было незначительным летом, является весьма благоприятным фактором, в результате чего практически не возросли высокие летние температуры в долинных районах и не усилились процессы деградации горных ледников.

Как увидим далее, эта картина повышенных скоростей потеплений для года и января месяца в период 1976–2010 гг. по сравнению с 1930–1975 гг. прослеживается совершенно четко так же в полях всех других температур.

Ход 11-летних кривых средних годовых и месячных температур по отдельным станциям и сезонам носил четкий индивидуальный характер с чередованием хорошо выраженных фаз потеплений и похолоданий. При этом наиболее сильные различия кривых наблюдались в амплитудах фаз температуры, что и обуславливало возможный широкий спектр значений, как величин угловых коэффициентов трендов, так и различий их знаков. Такая же картина имела место в полях всех других температур воздуха, которые рассматриваются ниже, а также в полях годовых и сезонных сумм осадков. Менялась лишь степень резкости различий в зависимости от сезона, характеристики температуры/осадков и станции.

**3. В поле средних максимальных (дневных) температур** в среднем для ССЗК (таблица 2) картина потепления численно и по характеру хода 11-летних кривых была примерно аналогичной наблюдавшейся в поле средних температур: дневные температуры в среднем годовом выводе в 1930–2010 гг. росли со скоростью  $b_3 = 0,203$  °C/10 лет ( $\Delta T_{81} = 1,6$  °C), причем в период 1976–2010 гг. скорость была примерно в два раза выше ( $b_2 = 0,213$  °C/10 лет), чем в 1930–1975 гг. ( $b_1 = 0,137$  °C/10 лет). Но наиболее сильный рост дневных температур наблюдался в январе –  $b_3 = 0,285$  °C/10 лет ( $\Delta T_{81} = 2,3$  °C) и точно также в январе скорость роста в 1976–2010 гг. была в два раза выше ( $b_2 = 0,297$  °C/10 лет), чем в 1930–1975 гг. ( $b_1 = 0,146$  °C/10 лет). В остальные сезоны общий рост за 1930–2010 гг. был слабым,  $\Delta T_{81} = 0,6–1,1$  °C. При

Таблица 2 – Скорости  $b$  и величины изменений  $\Delta T$  средних максимальных (дневных) температур в 1930–2010 гг. в среднем по территории ССЗК

Год или месяц	Скорости измен. сред. макс. т-тур			Величины измен. сред. макс. т-тур		
	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.
	$b_1$ °C/10 л.	$b_2$ °C/10 л.	$b_3$ °C/10 л.	$\Delta T_{46}$ °C	$\Delta T_{35}$ °C	$\Delta T_{81}$ °C
Год	0,137	0,213	0,203	0,6	0,8	1,6
Январь	0,146	0,297	0,285	0,7	1,0	2,3
Апрель	0,047	-0,277	0,139	0,2	-1,0	1,1
Июль	-0,047	-0,407	0,076	-0,2	-1,4	0,6
Октябрь	-0,142	0,494	0,070	-0,7	1,7	0,6

Таблица 3 – Скорости  $b$  и величины изменений  $\Delta T$  средних из абсолютных максимальных температур в 1930–2010 гг. в среднем по территории ССЗК

Год или месяц	Скорости измен. абс. макс. т-тур			Величины измен. абс. макс. т-тур		
	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.
	$b_1$ °C/10 л.	$b_2$ °C/10 л.	$b_3$ °C/10 л.	$\Delta T_{46}$ °C	$\Delta T_{35}$ °C	$\Delta T_{81}$ °C
Год	0,138	0,265	0,251	0,6	0,9	2,0
Январь	0,204	0,210	0,301	0,9	0,7	2,4
Апрель	0,161	0,189	0,192	0,7	0,7	1,6
Июль	-0,060	-0,433	0,129	-0,3	-1,5	1,1
Октябрь	0,257	0,261	0,174	1,2	0,9	1,4

этом по периодам 1930–1975 и 1976–2010 гг. могло наблюдаться и похолодание, от слабого ( $b_1 = -0,047$  °C/10 лет, июль) до сильного ( $b_2 = -0,407$  °C/10 лет, июль). Таким образом, дневные температуры в основном выросли за счет их роста зимой и весной, когда дни становились все теплее в течение 1930–2010 гг. Одновременно летние дневные температуры практически не повысились ( $\Delta T_{81} = 0,6$  °C), что для долинных районов с их жарким летним климатом является несомненным положительным фактором.

**4. В поле средних из абсолютных максимальных температур** (средние температуры экстремально теплых погод, наблюдающихся ежегодно) в годовом осреднении потепление в период 1930–2010 гг. (таблица 3) шло с еще более высокой скоростью, чем в предшествующих случаях,  $b_3 = 0,251$  °C/10 лет ( $\Delta T_{81} = 2,0$  °C), причем в период 1976–2010 гг., точно так же, скорость была в два раза выше ( $b_2 = 0,265$  °C/10 лет,  $\Delta T_{35} = 0,9$  °C), чем в 1930–1975 гг. ( $b_1 = 0,138$  °C/10 лет,  $\Delta T_{46} = 0,6$  °C). Для абсолютных январских температур скорость потепления была наиболее высокой из сезонных –  $b_3 = 0,301$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 2,4$  °C, при этом скорости в оба периода оказались практически равными:  $b_2 = 0,210$  °C/10 лет и  $b_1 = 0,204$  °C/10 лет.

В переходные сезоны скорости роста существенно уменьшились: апрель –  $b_3 = 0,192$  °C/10, октябрь –  $b_1 = 0,174$  °C/10 лет, хотя  $b_1$  и  $b_2$  были

достаточно высокими. Но в июле обе скорости  $b_1$  и  $b_2$  оказались отрицательными, причем в период 1976–2010 гг. скорость была значительной,  $b_2 = -0,433$  °C/10 лет, а  $b_1 = -0,060$  °C/10 лет. Тем не менее, в целом по периоду 1930–2010 гг. в июле  $b_3 = 0,129$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 1,1$  °C.

Таким образом, абсолютные максимальные температуры, так же в основном выросли за счет их повышения зимой и весной, когда экстремально теплые погодыв течение 1930–2010 гг. становились все теплее. Летние максимальные температуры, хотя и повысились, но гораздо меньше (июль  $\Delta T_{81} = 1,1$  °C), что для долинных районов с их жарким летним климатом, как уже отмечалось, является несомненным благом.

**5. В поле средних минимальных (ночных) температур** на территории ССЗК в период 1930–2010 гг. (таблица 4) в годовом выводе шло хорошо выраженное потепление –  $b_3 = 0,243$  °C/10 лет и  $\Delta T_{81} = 2,0$  °C. При этом в период 1976–2010 гг. его скорость была в 2,1 раза выше, чем в 1930–1975 гг., –  $b_2 = 0,344$  °C/10 лет ( $\Delta T_{35} = 1,2$  °C) и  $b_1 = 0,163$  °C/10 лет ( $\Delta T_{46} = 0,7$  °C). Для января эти скорости были рекордными: очень малая скорость в 1930–1975 гг. –  $b_1 = 0,070$  °C/10 лет ( $\Delta T_{46} = 0,3$  °C), исключительно высокая для 1976–2010 гг. –  $b_2 = 0,800$  °C/10 лет ( $\Delta T_{35} = 2,8$  °C) и весьма высокая в целом для 1930–2010 гг. –  $b_3 = 0,394$  °C/10 лет

Таблица 4 – Скорости  $b$  и величины изменений  $\Delta T$  средних минимальных (ночных) температур в 1930–2010 гг. в среднем по территории ССЗК

Год или месяц	Скорости измен. сред. мин. т-тур			Величины измен. сред. мин. т-тур		
	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.
	$b_1$ °C/10 л.	$b_2$ °C/10 л.	$b_3$ °C/10 л.	$\Delta T_{46}$ °C	$\Delta T_{35}$ °C	$\Delta T_{81}$ °C
Год	0,163	0,344	0,243	0,7	1,2	2,0
Январь	0,070	0,800	0,394	0,3	2,8	3,2
Апрель	0,268	0,007	0,129	1,2	0,02	1,1
Июль	0,066	0,0074	0,206	0,3	0,1	1,7
Октябрь	-0,172	0,309	0,097	-0,8	1,1	0,8

Таблица 5 – Скорости  $b$  и величины изменений  $\Delta T$  средних из абсолютных минимальных температур в 1930–2010 гг. в среднем по территории ССЗК

Год или месяц	Скорости измен. абс. мин. т-тур			Величины измен. абс. мин. т-тур		
	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.
	$b_1$ °C/10 л.	$b_2$ °C/10 л.	$b_3$ °C/10 л.	$\Delta T_{46}$ °C	$\Delta T_{35}$ °C	$\Delta T_{81}$ °C
Год	0,345	0,532	0,381	1,6	1,9	3,1
Январь	0,079	1,010	0,658	0,4	3,5	5,3
Апрель	0,393	0,025	0,270	1,8	0,1	2,1
Июль	0,358	-0,437	0,126	1,7	-1,5	1,0
Октябрь	0,142	0,834	0,207	0,7	2,9	1,7

( $\Delta T_{81} = 3,2$  °C). Характерно, что похолодание для этих температур (и то относительно слабое) наблюдалось только в октябре 1930–1975 гг. Таким образом, наблюдавшееся значительное повышение ночных температур происходило, прежде всего, за счет их очень сильного повышения зимой, тогда как в другие сезоны оно было слабым.

**6. В поле средних из абсолютных минимальных температур** (средние температуры экстремально холодных погод, наблюдающихся ежегодно) в годовом выводе в период 1930–2010 гг. для территории ССЗК (таблица 5) имели место самые высокие скорости потепления:  $b_3 = 0,381$  °C/10 лет ( $\Delta T_{81} = 3,1$  °C),  $b_1 = 0,345$  °C/10 лет ( $\Delta T_{46} = 1,6$  °C) и  $b_2 = 0,532$  °C/10 лет ( $\Delta T_{46} = 1,9$  °C). Но абсолютно рекордными были скорости потепления в *январе*: очень малая в период 1930–1975 гг.  $b_1 = 0,079$  °C/10 лет ( $\Delta T_{46} = 0,4$  °C), самая высокая из всех рассмотренных случаев в период 1976–2010 гг. –  $b_2 = 1,010$  °C/10 лет ( $\Delta T_{35} = 3,5$  °C) и самая высокая в целом за 1930–2010 гг. –  $b_3 = 0,658$  °C/10 лет ( $\Delta T_{35} = 5,3$  °C). В остальные сезоны потепления были в рамках обычных,  $b_3 = 0,126$ – $0,270$  °C/10 лет ( $\Delta T_{81} = 1,0$ – $2,1$  °C). Похолодание в поле этих температур наблюдалось только в июле 1976–2010 гг., хотя и было существенным,  $b_2 = -0,437$  °C/10 лет и  $\Delta T_{35} = -1,5$  °C.

Таким образом, повышение температур экстремально холодных зимних погод было самым весомым по вкладу в величину общего потепления, наблюдавшегося на территории ССЗК в период 1930–2010 гг. Разумеется, вклад от повышения дневных, ночных и максимальных температур был также весомым и также в основном соответствовал зимнему сезону. Это потепление за счет снижения экстремальности холодных погод шло одновременно двумя путями: 1) снизилась повторяемость таких погод зимой, 2) существенно повысились их температуры, т. е. холодные погоды стали существенно теплее. В результате, повысилась комфортность климатических условий и, прежде всего, в зимний период года, что улучшило условия проживания и хозяйственной деятельности человека в регионе.

Следует также отметить, что именно в поле средних из абсолютных минимальных температур наблюдалась наибольшая индивидуальность и наибольшая изменчивость в ходе 11-летних кривых по отдельным станциям, периодам и сезонам, что, однако, не помешало сформулировать полученный выше четкий климатический результат.

**7. В поле годовых и сезонных сумм осадков** в период 1930–2010 гг. (таблица 6) в среднем для территории ССЗК наблюдалось их увеличение для

Таблица 6 – Скорости  $b$  и величины изменений годовых и сезонных сумм осадков  $\Delta\Gamma$  в 1930–2010 гг. в среднем по территории ССЗК

Год или сезон	Скорости изменения осадков			Величины изменения осадков		
	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.	1930–1975 гг.	1976–2010 гг.	1930–2010 гг.
	$b_1$ мм/10 л.	$b_2$ мм/10 л.	$b_3$ мм/10 л.	$\Delta\Gamma_{46}$ мм	$\Delta\Gamma_{35}$ мм	$\Delta\Gamma_{81}$ мм
Год	20,65	18,90	11,45	95	66	93
Зима	7,43	3,85	4,19	34	14	34
Весна	12,58	2,57	3,66	58	9	30
Лето	-1,35	8,73	0,75	-6	31	6
Осень	1,98	3,75	2,92	9	13	24

Таблица 7 – Сравнительные данные Бишкека и Байтыка по значениям коэффициентов  $b_3$

Температура и осадки	Бишкек		Байтык		Байтык/Бишкек	
	$b_3$ (год)	$b_3$ (январь)	$b_3$ (год)	$b_3$ (январь)	$b_3/b_3$ (год)	$b_3/b_3$ (январь)
Средняя	0,198	0,396	0,045	0,114	0,227	0,288
Сред. максим.	0,224	0,423	0,083	0,221	0,371	0,523
Абсол. максим.	0,272	0,555	0,148	0,258	0,544	0,465
Сред. миним.	0,255	0,445	0,043	0,150	0,169	0,337
Абсол. миним.	0,438	0,850	0,095	0,202	0,217	0,238
Среднее знач.	0,277	0,534	0,083	0,189	0,306	0,370
Сумма осадков	12,88	5,33(з)	12,68	3,47(з)	0,985	0,651(з)

года на 93 мм, а для сезонов на 6–34 мм. При этом только летом осадки практически не повысились (+6 мм), тогда как зимой, весной и осенью они заметно возросли – на 24–34 мм. В относительном выражении этот прирост округленно соответствует 10–25 %, что является весьма положительным фактором наблюдаемых изменений климата. В результате, не произошло (как это могло бы быть) повышение степени его аридности, вызванного ростом температуры, т. е. самим фактом потепления при сохранении количества осадков или их уменьшении. Результаты настоящей работы, полученные по данным фактических наблюдений, убедительно показывают именно такой ход климатических изменений, что в корне противоречит выводам, получаемым по глобальным климатическим моделям, рекомендованным МГИК, которые дают существенное уменьшение годовых сумм осадков для территории Средней Азии в течение текущего столетия. Можно с уверенностью утверждать, что пока этого для ССЗК не наблюдается.

Следует отметить, что в поле сезонных и годовых сумм осадков наблюдалась более высокая и резкая по сравнению со всеми температурными характеристиками индивидуальность и изменчивость в ходе 11-летних кривых по отдельным станциям, периодам и сезонам и, прежде всего,

по наблюдаемым амплитудам фаз роста/убывания осадков.

**8. Сравнение расчетных данных по станциям Бишкек и Байтык.** Приведенные выше численные выводы получены как осредненные совокупные результаты по многолетним наблюдениям 4–5 долинных и одной склоновой станции Байтык (1,58 км), расположенной в низкогорной зоне. Поэтому представляется весьма полезным сравнить расчетные данные по Байтыку (склон) и сопредельной долинной станции Бишкек (0,76 км), находящейся на удалении всего в 30 км. Такое сравнение для периода 1930–2010 гг. по угловым коэффициентам  $b_3$  ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет и мм/10 лет) для года и января/(для осадков – зимы), когда значения  $b$  были максимальными, приведено в таблице 7.

Как видно, в Бишкеке среднее по 5 температурным характеристикам значение  $b_3$  (год) = 0,277  $^{\circ}\text{C}/10$  лет, а  $b_3$  (январь) = 0,534  $^{\circ}\text{C}/10$  лет, тогда как на Байтыке они соответственно равны 0,083  $^{\circ}\text{C}/10$  лет и 0,189  $^{\circ}\text{C}/10$  лет. Среднее отношение коэффициентов Байтык/Бишкек составляет для года 0,306 и для января 0,370, т. е. скорость потепления на Байтыке в целом за период 1930–2010 гг. составляла примерно 1/3 от скорости в Бишкеке. По различным температурам абсолютные значения  $b_3$  могли значительно колебаться, но их отношение по

станциям было достаточно устойчивым: для года диапазон равен 0,17–0,54, а для января – 0,24–0,52.

Аналогичное сравнение для годовых и зимних сумм осадков показывает, что годовые осадки на обеих станциях увеличивались практически с одинаковой скоростью около 13 мм/10 лет, тогда как зимой на Байтыке она были ниже, составляя примерно 3,5 мм/10 лет или 65 % от скорости в Бишкеке.

**9. О наметившейся тенденции стабилизации климата или начала фазы похолодания.**

Проведенные дополнительные исследования особенностей временного хода низкочастотной компоненты различных характеристик температуры по станциям Бишкек и Байтык (в совокупности со всеми остальными результатами) говорят как о сложности региональных процессов потепления климата на территории ССЗК, так и о наметившейся тенденции к окончанию роста температуры на рубеже, близком к 2010/15 гг. Возможно даже, что смена тенденции уже произошла, однако полная ясность по этому вопросу будет получена в бли-

жайшее время. Можно напомнить, что подобная, но уже забытая ситуация, только со сменой слабого похолодания на потепление, наблюдалась на рубеже 1975/80 гг. с широкими научными дискуссиями по этим вопросам. Подтверждением этому является целый ряд последних научных работ, где показано, что после 1976–1998 гг. потепление климата Северного полушария сменилось тенденцией к его стабилизации или похолоданию, что может быть следствием только естественных причин.

**Литература**

1. Атлас Киргизской ССР. Том 1. Природные условия и ресурсы. М.: Изд. ГУГК СССР, 1987. 157 с.
2. *Подрезов О.А., Подрезов А.О.* Современное изменение осадков на территории Северного и Северо-Западного Кыргызстана // Вестник КРСУ. 2017. Т. 17. № 8. С. 189–196.
3. *Закс Л.* Статистическое оценивание / Л. Закс. М.: Статистика, 1976. 598 с.