

4.2. Наблюдаемые климатические изменения

Региональные изменения климата, особенно в горных районах, могут существенно отличаться от глобальных. Так, по последним оценкам МГЭИК за истекшее столетие средняя температура приземного слоя воздуха для Земли в целом возросла на $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$, количество атмосферных осадков увеличилось на 5-10% в большинстве районов средних и высоких широт северного полушария. При этом наибольшее потепление отмечалось с 1910 по 1945 годы и с 1976 по 2000 годы, а в период 1946–1975 годы имело место похолодание. Наиболее теплыми были 1990 годы, а самым теплым был 1998 год.

На территории Кыргызской Республики четко выделяются следующие различные климатические области:

1. Северный, Северо-западный Кыргызстан (ССЗК);
2. Юго-западный Кыргызстан (ЮЗК);
3. Иссык-Кульская котловина (ИКК);
4. Внутренний Тянь-Шань (ВТШ).

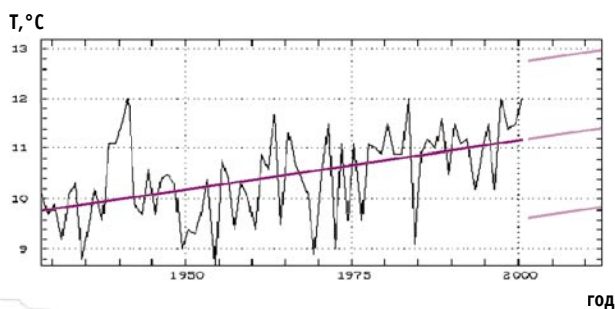
Были рассчитаны линейные тренды средних месячных и годовых температур воздуха и сумм осадков по 9 длиннорядным (70–120 лет) метеостанциям (МС), расположенным в этих областях в диапазоне высот 760–3640 м. Эти данные, характеризующие в целом фактическое изменение температуры воздуха и осадков в 20 веке, приведены в таблице 4.1 и на рис. 4.2.

Таблица 4.1. Значения линейных трендов температуры ($\beta_T, ^\circ\text{C}/10$ лет) и осадков ($\beta_P, \text{мм}/10$ лет) в 20 веке

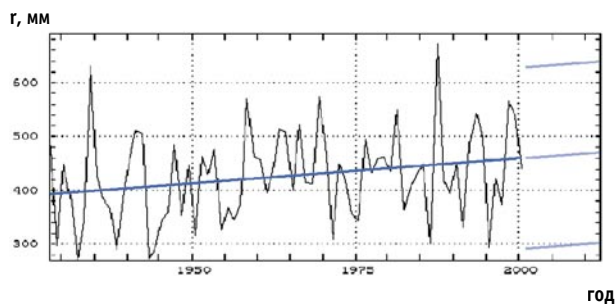
Область	Метеостанция	Z, м	$\beta_T, ^\circ\text{C}/10$ лет			$\beta_P, \text{мм}/10$ лет		
			год	январь	июль	год	январь	июль
ССЗК	Бишкек	760	0,20	0,22	0,10	9,3	1,3	-1,1
	Байтик	1570	0,08	0,17	0,05	3,1	1,2	0,4
ЮЗК	Пача-Ата	1540	0,06	0,29	-0,01	23,9	1,6	3,6
	Сары-Таш	3160	0,24	0,37	0,17	6,1	1,0	-0,5
ИКК	Балыкчи	1660	0,23	0,21	0,29	0,5	0	-0,1
	Чолпон-Ата	1640	0,24	0,36	0,15	5,9	0	0,1
ВТШ	Нарын	2040	0,12	0,52	0,05	1,1	-4,8	-0,1
	Суусамыр	2060	0,12	0,05	0,19	-16,7	-0,6	-1,4
	Тянь-Шань	3630	0,12	0,11	0,12	-12,6	-0,2	-4,4
Кыргызстан в целом			0,16	0,26	0,12	2,3	-0,1	-0,4

Как видно, в среднем для всей территории Кыргызской Республики средняя годовая температура в 20 веке в пересчете на 100 лет возросла на $1,6^\circ\text{C}$, что значительно выше глобального потепления $0,6^\circ\text{C}$. Наибольшее потепление наблюдалось зимой ($2,6^\circ\text{C}$), а наименьшее летом ($1,2^\circ\text{C}$). При этом, как по отдельным климатическим областям, так и станциям внутри областей, т.е. высотным зонам оно было существенно не одинаковым. В ССЗК диапазон потепления для года за 100 лет составил $0,8$ – 2°C , ЮЗК – $0,6$ – $2,4^\circ\text{C}$, в ИКК потепление было около $2,4^\circ\text{C}$, во ВТШ – $1,2^\circ\text{C}$ (одинаковое по трем станциям). Тренды значений годовой температуры для 7 из 9 станций статистически значимы на уровне доверительной вероятности 0,99, что говорит о том, что повышение температуры вышло за рамки случайных колебаний.

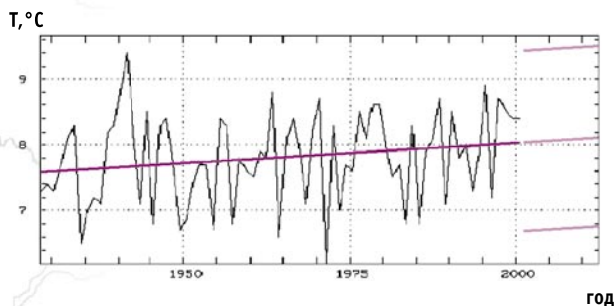
Рис. 4.2 Изменение средних годовых температур воздуха и сумм осадков по метеостанциям за период инструментальных наблюдений в 20 веке.



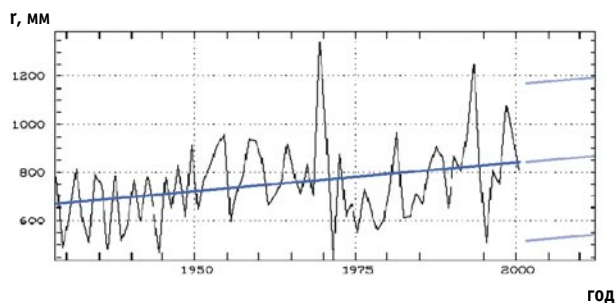
Бишкек – температура (ССЗК)



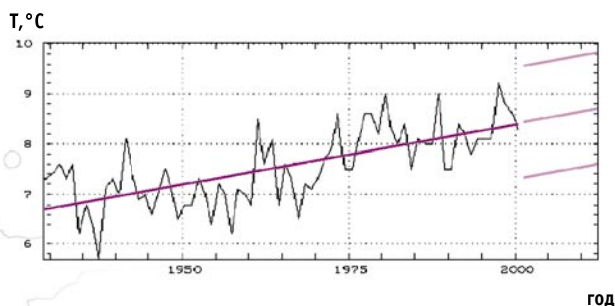
Бишкек – осадки (ССЗК)



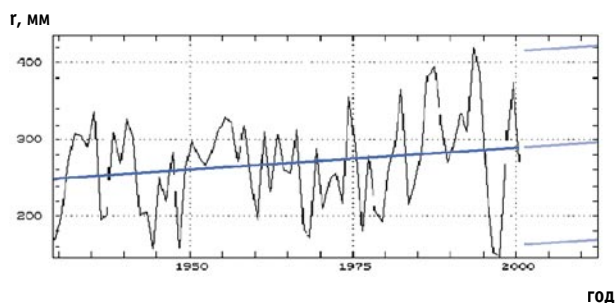
Пача-Ата – температура (ЮЗК)



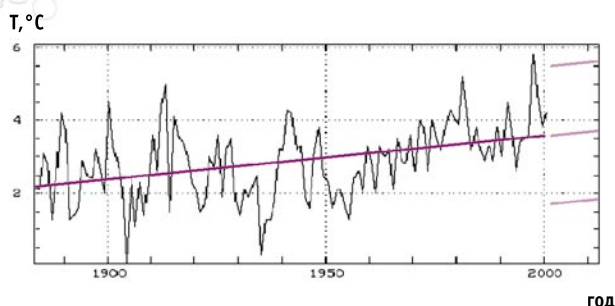
Пача-Ата – осадки (ЮЗК)



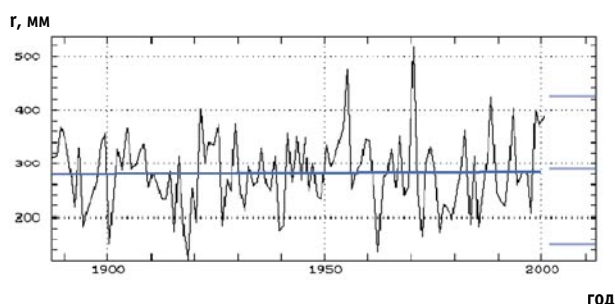
Чолпон-Ата – температура (ИКК)



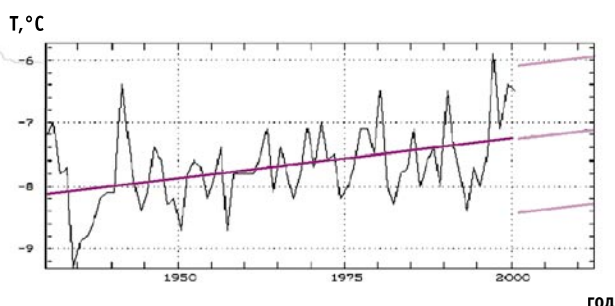
Чолпон-Ата – осадки (ИКК)



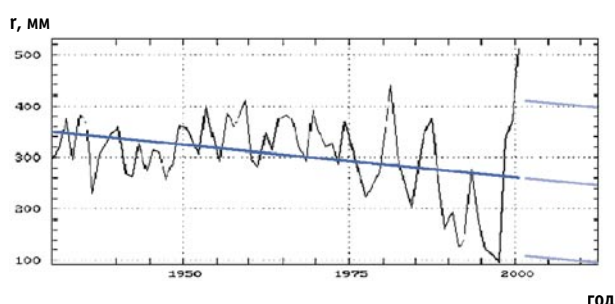
Нарын – температура (ВТШ)



Нарын – осадки (ВТШ)



Тянь-Шань – температура (ВТШ)



Тянь-Шань – осадки (ВТШ)

Ломаная кривая – фактические колебания температуры и осадков, сплошная линия – рассчитанный линейный тренд, линии после 2000 г. – экстраполяция тренда до 2010 г. и границы доверительного интервала колебаний (с вероятностью $P=0,90$)

Осадки в целом по территории республики в 20 веке увеличились незначительно, на 23 мм или на 6%. В трех климатических областях в пересчете на 100 лет годовые суммы осадков возросли: ССЗК на 31-93 мм (6-22% от нормы), ЮЗК – 61-239 мм (16-32%), ИКК – 5-60 мм (до 2%). Во Внутреннем Тянь-Шане, занимающем значительную часть территории республики, они либо практически остались неизменными (МС Нарын, рост 11 мм/100 лет), либо значительно уменьшились, на 126-167 мм за 100 лет, что составляет 41-47% от нормы (МС Суусамыр, Тянь-Шань). Примерно для половины числа станций годовые β_r являются статистически значимыми на уровне доверительной вероятности 0,99.

Таким образом, для орографически сложной горной территории Кыргызской Республики по данным инструментальных наблюдений отмечено значительно более высокое, чем глобальное для планеты, повышение средней годовой температуры в 20 веке – на 1,6°C с изменениями роста по территории в диапазоне 0,6-2,4°C. Годовые суммы осадков в среднем по территории почти не изменились (увеличение 23 мм или 6%). Однако имеет место четкая тенденция их увеличения от 1-2 до 20-30% во всех климатических областях республики, кроме Внутреннего Тянь-Шаня. Здесь в высокогорной зоне осадки местами значительно уменьшились (на 41-47%) что существенно повысило аридность этой территории.

4.3. Ожидаемые изменения климата

Современный уровень мировой науки пока не позволяет прогнозировать климат будущего даже в пределах одного столетия. Для его оценки используются климатические сценарии (правдоподобные будущие состояния климатической системы), получаемые по глобальным климатическим моделям (ГКМ). Пространственное разрешение моделей по горизонтали составляет до 250 км, а по вертикали до 1 км. По мнению МГЭИК в целом качество расчетов климата по ГКМ можно признать если еще не вполне удовлетворительным, то весьма обнадеживающим, по крайней мере, для субконтинентального масштабов более и от сезонного до внутривекового разрешения. Ни одна из моделей и ни один из климатических сценариев не могут быть признаны лучшими в смысле их более высокой достоверности. Необходимо для любой территории иметь спектр климатических сценариев, описывающих весь диапазон возможных климатических условий будущего.

Для расчета климатических сценариев Кыргызской Республики на период 2050 и 2100 годы был использован рекомендованный МГЭИК современный программный комплекс MagIcc&ScenGen, по которому рассчитано 12 сценариев, соответствующих 3 ГКМ разной чувствительности, двум вариантам сценариев выбросов парниковых газов (IS92a – средневисокие выбросы с удвоением концентрации CO₂ к 2100 г. и IS92c – средненизкие выбросы с увеличением концентрации на 35%), а также с учетом (без учета) ослабляющего потепление влияния сульфатных аэрозолей антропогенного происхождения. Кроме того, дополнительно два сценария рассчитаны по предыдущему комплексу GRADS.

В таблицах 4.2 и 4.3 приведены полученные по MagIcc&ScenGen численные значения 6 сценарных повышений температуры ΔT_a °C, полученных с учетом влияния аэрозоля, а также изменений отношения осадков R_a по сравнению с базовым периодом 1961-1990 годы. Графики гистограмм сценариев показаны на рис. 4.2 и 4.3. Эти данные позволяют полностью описать возможные будущие климатические условия республики.

По модели средней чувствительности HadCM-2 к 2100 г. для сценария средневисоких выбросов IS92a возможно потепление на 3°C, если учитывать влияние аэрозолей. Без такого учета оно было бы больше на 0,5°C. Для сценария средненизких выбросов IS92c потепление будет еще меньше – 2,2°C и почти не будет зависеть от аэрозольных вы-