

М. Ф. Андрейчик, Л. Д.-Н. Монгуш

**ДИНАМИКА ЭКСТРЕМУМОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА –
ПОКАЗАТЕЛЬ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА
ЦЕНТРАЛЬНО-ТУВИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА**

Потепление климата обуславливает повышение экстремумов температуры воздуха. Динамика аномалий абсолютных максимумов температуры воздуха описывается неординарными полиномами четвертой степени. Пик минимума приходится на 1989–1992 гг. После этого следует резкий рост анализируемого показателя. Прогнозируется вероятность учащения температурных аномалий воздуха в виде волн тепла.

Учащение температурных аномалий воздуха описывается линейными уравнениями. Выявлена несогласованность закономерности динамики аномалий абсолютных максимумов и минимумов температуры воздуха на различных метеостанциях: скорость роста абсолютных минимумов более чем в 3 раза выше максимумов.

Climate warming results in an increase of air temperatures extrema. The dynamics of anomalies in air temperature absolute maxima are described through unusual biquadrate polynomials. The minimum peak was observed in 1989–1992, afterwards a steep increase followed. The authors examine the possibility of an increase in the frequency of air temperature anomalies in the form of heat waves.



The patterns of dynamics of anomalies in the absolute air temperature minima is accurately formalized through linear equations. The authors identify inconsistencies in the patterns of dynamics of anomalies in the absolute air temperature minima and maxima presented by different weather stations: the rate of increase in absolute minima is more than three times that of maxima.

Ключевые слова: потепление климата, экстремумы температуры воздуха, межгорные котловины.

Key words: climate warming, air temperatures extrema, intermountain basins.

Введение

Обширная межгорная Центрально-Тувинская котловина (площадь 8605 км²), расположенная в самом центре Азии, окружена хребтами Западного Саяна, Шашпальским, Цаган-Шибэту, Танну-Ола и горными массивами Восточной Тывы. Длина котловины около 400 км, ширина колеблется от 5–10 до 60–70 км. Абсолютные высоты рельефа колеблются от 600 до 3000 м. Западная часть Центрально-Тувинской котловины (Хемчикская) отделена от ее восточной части (Улуг-Хемской) невысоким хребтом Адерташ. Рельеф полого-холмистый и мелкопочный, нередко переходящий в останцовый (рис. 1).



Рис. 1. Орографическая схема Республики Тыва.
Котловины: 1 – Центрально-Тувинская (1, а – Хемчикская, 1, б – Улуг-Хемская);
2 – Тоджинская; 3 – Убсунурская; 4 – Турано-Уюкская

Климат в районе котловины – резко континентальный. Для зимы характерны морозы до $-48,7^{\circ}\text{C}$ и более, удерживающиеся без оттепелей почти до середины марта, штиль и слабые ветры (0,5–2 м/с). В зимний период котловина находится в зоне обширного и устойчивого азиатского антициклона, центр которого расположен над Монголией.



Цель исследования – изучить динамику абсолютных максимумов и минимумов температуры воздуха.

Задачи: 1) вычисление аномалий (отклонений) экстремумов температуры воздуха от базового периода (1961–1990 гг.), сглаживание их по 11-летним циклам; 2) построение трендов за 1977–2010 гг.; 3) анализ связей между исследуемыми климатическими показателями.

Методика обработки метеорологических данных

1. Для оценки изменения климата Всемирная метеорологическая организация рекомендует в качестве исходной характеристики использовать тридцатилетний период – 1961–1990 гг. Именно за средних значений метеорологических параметров данного периода и принято отсчитывать степень изменения климата. Нам было выделено два периода: 1961–1990 и 1977–2010 гг.

2. Критерием оценки изменения температуры воздуха является коэффициент линейного тренда, определяемый по методу наименьших квадратов. Он характеризует среднюю скорость изменений анализируемого параметра. Мерой существенности тренда выступает доля дисперсии в процентах от полной дисперсии климатической переменной за рассматриваемый интервал времени. Оценка статистической значимости тренда определяется по 5%-ному уровню значимости (с вероятностью 0,95). Обнаруженные изменения температуры реальны (соответствуют действительности), если их величина превосходит ошибку оценки изменений [2]. Более подробно методика обработки изложена в нашей статье [1].

Анализ показывает, что абсолютных максимумов и минимумов сохраняется общая закономерность, характерная для годового хода температуры воздуха. Однако экстремальные значения абсолютного максимума приходятся на июнь-июль, а минимум – на январь-февраль.

Абсолютные максимумы и минимумы температур воздуха за анализируемые периоды представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экстремальные значения температуры воздуха
1961–2004 гг., Центрально-Тувинская котловина

Метеостанция	Абсолютный максимум		Абсолютный минимум	
	t, °C	Год	t, °C	Год
Тээли	45,0	1990	-45,5	1967
Кызыл	40,7	2004	-48,7	1961
Сарыг-Сеп	41,0	2002	-48,6	1970
Сосновка	39,9	2004	-43,5	1969

В табличных данных проявляется закономерность: абсолютные максимумы температур относятся к исследуемому периоду (1977–2004 гг.), а минимумы – к базовому периоду (1961–1990 гг.), что косвенно указывает на потепление климата.



Закономерность динамики абсолютных максимумов температуры воздуха за 1977–2004 гг. иллюстрирует рисунок 2.

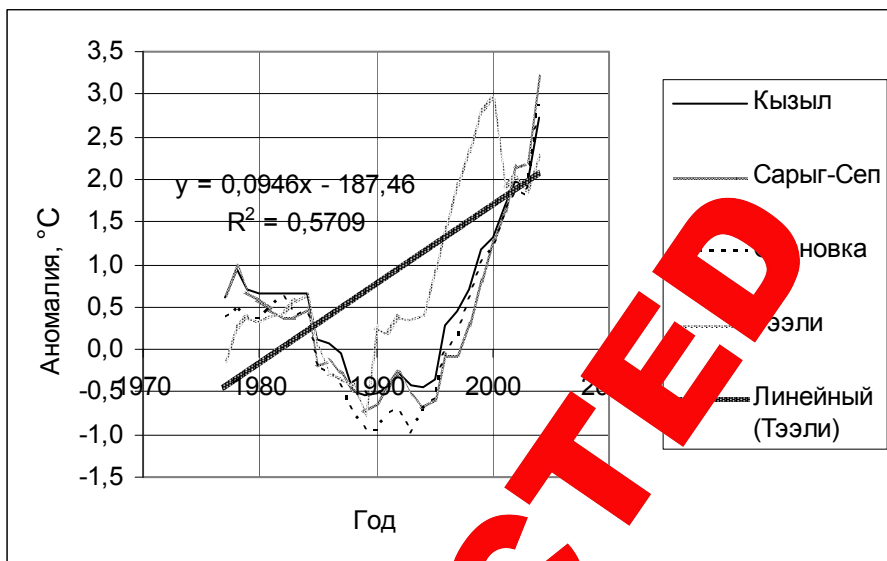


Рис. 2. Динамика аномалий абсолютных максимумов температуры воздуха на различных метеостанциях Центрально-Тувинской котловины за 1977–2004 гг. (x – Год, y – аномалия в °С)

Из рисунка 2 видно, что закономерности динамики аномалий абсолютных максимумов температуры воздуха описываются неординарными полиномами четвертой степени. Пик минимума приходится на 1989–1992 гг., после которого следует резкий рост анализируемого показателя. В среднем абсолютные максимумы Улуг-Хемской котловины за 27 лет увеличились на 1,1 °С, а Хемчикской – на 2,6 °С, то есть в 2,4 раза больше.

Уравнения связи и параметры приращения абсолютных максимумов температуры воздуха за исследуемый временной период представлены в таблице 2.

Таблица 2

Уравнения связи и параметры приращения абсолютных максимумов температуры воздуха за 1977–2004 гг.

Метеостанция	Уравнение связи	Коэффициент		Приращение, °С	
		детерминации	корреляции	за 1 год	за 27 лет
Тээли	$y = 0,0946x - 187,46$	0,57	0,76	0,10	2,6
Кызыл	$y = 0,0405x - 80,14$	0,15	0,39	0,04	1,1
Сарыг-Сеп	$y = 0,045x - 89,23$	0,14	0,38	0,05	1,2
Сосновка	$y = 0,0487x - 96,6$	0,17	0,41	0,05	1,1



Из таблицы 2 следует, что отепляющее воздействие Хемчикской котловины (метеостанция Тээли) почти в 2,5 раза выше Улуг-Хемской котловины (метеостанции Кызыл, Сарыг-Сеп, Сосновка).

Динамика аномалий абсолютных минимумов температуры воздуха на исследуемых метеостанциях Центрально-Тувинской котловины за 1977–2004 гг. представлена на рисунке 3.

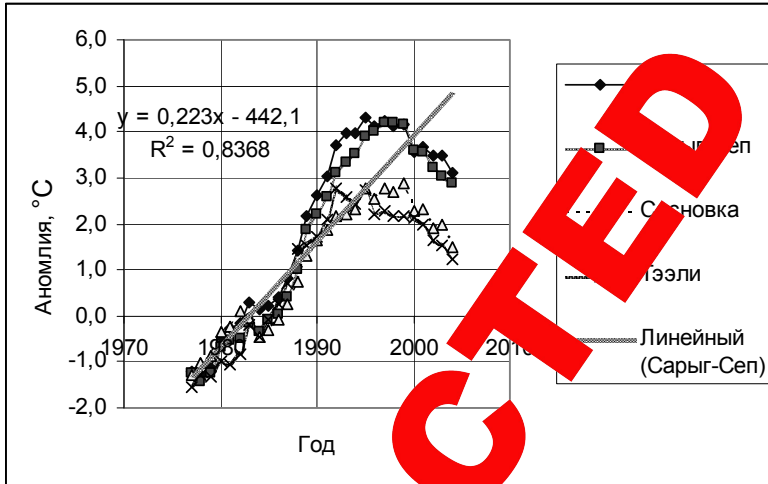


Рис. 3. Динамика аномалий абсолютных минимумов температуры воздуха на различных метеостанциях Центрально-Тувинской котловины за 1977–2004 гг.

Уравнения связи и параметры приращения абсолютных минимумов температуры воздуха на исследуемый период представлены в таблице 3.

Таблица 3

Уравнения связи и параметры приращения абсолютных минимумов температуры воздуха за 1977–2004 гг.

Метеостанция	Уравнение связи	Коэффициент		Приращение, °С	
		детерминации	корреляции	за 1 год	за 27 лет
Тээли	$y = 0,1446x - 286,88$	0,69	0,83	0,14	3,8
Кызыл	$y = 0,2203x - 436,52$	0,82	0,91	0,22	5,9
Сарыг-Сеп	$y = 0,223x - 442,1$	0,84	0,92	0,22	5,9
Сосновка	$y = 0,1451x - 287,72$	0,78	0,88	0,15	4,1

При сравнении данных таблиц 2 и 3 выявляются следующие закономерности.

1. Скорость приращения абсолютных минимумов температуры воздуха в 3,3 раза выше абсолютных максимумов.



2. Если скорость приращения абсолютных максимумов в Улуг-Хемской котловине в 2,4 раза ниже, чем в Хемчикской, то абсолютных минимумов, наоборот, в 1,4 раза выше, что подчеркивает многообразие микроклиматических особенностей межгорных котловин.

Выводы

1. Потепление климата обуславливает повышение экстремумов температуры воздуха: скорость роста абсолютных минимумов более чем в 3 раза выше максимумов. В котловинах выявлена несогласованность закономерности динамики анализируемых показателей.

2. Прогнозируется вероятность увеличения температурных аномалий воздуха.

159

Список литературы

1. Андрейчик М. Ф., Чульдун А. Ф. Изменение климата в Улуг-Хемской котловине Тувинской горной области // *Динамика атмосферы и океана*. 2010. Т. 23, №7. С. 192 – 196.
2. *Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации*. Аналитическое резюме. М., 2008.

Об авторах

Михаил Федорович Андрейчик – д-р геогр. наук, доц., Тувинский государственный университет, Кызыл.
E-mail: andreychickm@yandex.ru

Лилия Намсоловна Монгуш – начальник отдела метеорологических наблюдений Тувинской центральной гидрометеорологической станции «Кызыл».

About the authors

Dr. Mikhail Andreichik, Associate Professor, Tuva State University, Kyzyl.
E-mail: andreychickm@yandex.ru

Liliya Mongush, Head of the Department of Meteorological Observations, Tuvan Central Hydrometeorological station «Kyzyl».