



УДК 159.922.25

М. Ф. Андрейчик

**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ
РЕСПУБЛИКИ ТЫВА НА ПРИМЕРЕ БАЙ-ТАЙГИНСКОГО РАЙОНА**

14

Наибольшее повышение температуры поверхности почвы наблюдалось в холодный период – 1,5 °С (потепление составило 53,9%), наименьшее – в августе – 0,3 °С (или 2,1%), а в мае-июне приращение имело отрицательный знак (-1,3 °С) (или 27,1%). Наибольший вклад в повышение температуры воздуха вносят апрель-июль, сентябрь и октябрь месяцы – 68,8%; на летний период приходится 35%, на зимний – 29,9%.

Температура поверхности почвы и воздуха повысилась на 1,7 °С. Температура воздуха в теплый период года ниже температуры поверхности почвы, а в холодный, наоборот, выше. Приращение температуры воздуха на 33% ниже алогичного показателя температуры поверхности почвы.

The most considerable increase in the temperature of soil surface was observed in the cold period (1,5 °C, a 53,9% rise in temperature), the smallest in August (0,3 °C, 2,1 %), whereas, in May-June, the increase was negative (-1,3 °C, 27,1 %). Major increases in air temperature take place in April-July, September, and October (68,8 %), summer and winter accounted for 35,0 % and 29,9 % respectively.

Soil surface and air temperature increased by 1,7°C. In the warm period, air temperature is lower than soil surface temperature; in the cold period, on the contrary, it is higher. The air temperature increase is 33% lower than that of soil surface.

Ключевые слова: потепление климата, температура воздуха, температура поверхности почвы.

Key words: climate warming, air temperature, soil surface temperature.

Введение

Бай-Тайгинский район расположен в юго-западной части Республики Тыва. Наиболее освоенной территорией является межгорная котловина Каргы, зажатая между хребтом Цаган-Шибэту и массивом Монгун-Тайга и вытянутая с запада на восток. Изрезанные многочисленными руслами маловодных речушек, юго-западные склоны Цаган-Шибэту подступают к котловине с северной стороны. С юга котловина окружена высокогорным массивом Монгун-Тайга, в пределах которого находится высшая точка Тывы – г. Мунку-Хайрхан-Ула. Высокогорные склоны изрезаны небольшими каньонами, в которых образуются мокрые наледи и ледники. Ширина котловины 15–20 км, длина около 60 км, абсолютные отметки высот снижаются от 2280 до 1800 м у пос. Мугур-Аксы.



По дну котловины протекают реки Каргы и Мугур, разделённые пологим хребтом Эрик-Арга. Метеорологическая станция (абсолютная отметка 1800 м) расположена на расстоянии 700–1200 м от указанных рек, которые в зимнее время перемерзают. Небольшие лесные массивы встречаются в основном на северных склонах хребта Эрик-Арга.

Климат в котловине резко континентальный. В зимний период она находится в зоне обширного и устойчивого антициклона, центр которого расположен над Монголией.

Цель исследования: изучить динамику температурного режима поверхности почвы и температуры воздуха.

Задачи: 1) вычисление аномалий (отклонений) среднемесячных и среднегодовых температур поверхности почвы и 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, 4) вычисление вклада различных сезонов года в потепление климата.

Методика обработки метеорологических данных

1. Для оценки изменения климата Всемирная метеорологическая организация рекомендует в качестве исходной характеристики использовать тридцатилетний период — 1961–1990 гг. [2], от средних значений метеорологических параметров которого и принято отсчитывать степень изменения климата. Для сравнения динамики изучаемого показателя нами выделены два периода: базовый (1961–1990 гг.) и исследуемый (1977–2010 гг.).

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

Динамика температуры поверхности почвы

Усредненные данные показывают, что за 1977–2004 гг. среднегодовая измеренная температура поверхности почвы относительно базового периода (1961–1990 гг.) повысилась на 0,8 °С, что служит причиной ошибочного утверждения о тенденции потепления климата. С использованием же классической методики Всемирной метеорологической организации приращение рассматриваемого показателя составило



1,7 °С, то есть более чем в два раза выше. Линейный коэффициент показывает, что среднегодовая температура поверхности почвы увеличилась на 0,05 °С (рис. 1).

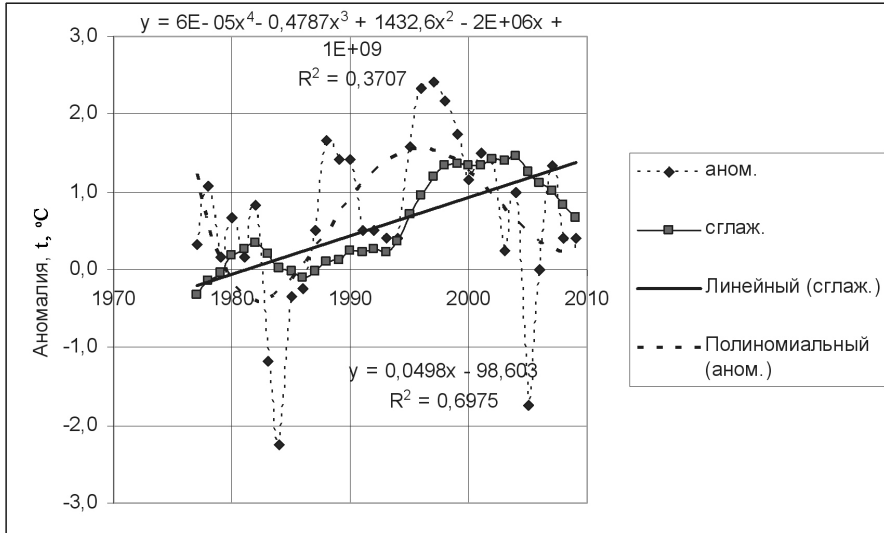


Рис. 1. Аномалии (аном.) среднегодовых значений температуры поверхности почвы и их значений, сглаженных (сглаж.) по 11-летним циклам за период 1977 – 2009 гг. Метеостанция Мугур-Аксы.

Примечание: E – число 10, -05 – степень, читается: 10^{-5} ; x – фактор времени; R^2 – коэффициент детерминации

Несглаженные аномалии выражаются полиномом 4-й степени с меньшей точностью: корреляционное отношение, вычисленное по коэффициенту детерминации, равно 0,61.

Полученная линейная связь сглаженных аномалий достоверна. Коэффициент корреляции (0,84) указывает о высокой тесноте связи. Коэффициент детерминации свидетельствует, что 70 % повышение температуры поверхности почвы определяет фактор времени.

Для выявления вклада каждого сезона в общее повышение температуры поверхности почвы календарный год был разбит на три периода: холодный (I – III, XI – XII месяцы), теплый (V – IX) и переходные месяцы от зимы к лету – апрель (IV) и от осени к зиме – октябрь (X).

По зимним месяцам расчеты выполнялись по каждому месяцу и по периодам: январь-март и ноябрь-декабрь. Это позволило выявить следующую закономерность: наибольшее повышение среднемесячной температуры поверхности почвы наблюдалось в холодный период – 1,5 °С (вклад в потепление составил 53,9 %), наименьшее – в августе – 0,3 °С (2,1 %), а в мае-июне приращение имело отрицательный знак – 1,3 °С (27,1 %). В разрезе каждого календарного месяца анализируемые признаки представлены в таблице 1.



Средние значения приращения измеренной температуры поверхности почвы в течение календарного года за период 1977–2009 гг.

Месяц	Приращение температуры	Вклад в потепление, %	Месяц	Приращение температуры	Вклад в потепление, %
I	1,5	10,6	VII	-0,1	-0,7
II	2,2	15,6	VIII	0,3	2,1
III	0,9	6,4	IX	0,5	3,5
IV	0,8	5,7	X	1	7,1
V	-3,2	-22,7	XI	1	7,1
VI	-0,6	-4,3	XII	2	14,2

17

Из таблицы следует, что наибольший вклад в повышение температуры поверхности почвы вносят январь, февраль и декабрь, а наименьший – август. Май-июль имеют отрицательные знаки.

Изменение температуры воздуха

В динамике температуры воздуха метеостанции Мугур-Аксы четко прослеживаются четыре периода: первый – 1977–1982 гг. – резкое потепление; второй – 1984–1994 гг. (10-летний цикл) – устойчивое состояние климата; третий – 1995–2004 гг., аналогичный первому периоду; четвертый – 2005–2010 гг., аналогичный второму периоду. Заметим, что данная особенность практически не просматривается на точках аномалий без сглаживания (рис. 2).

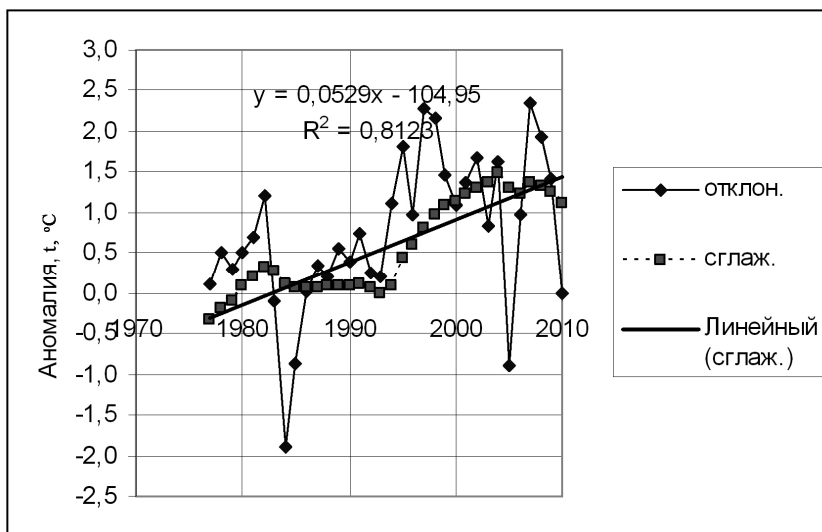


Рис. 2. Динамика аномалий температуры воздуха и их значений, сглаженных по 11-летним циклам, за 1977–2010 гг. Метеостанция Мугур-Аксы

Достоверность связи подтверждают коэффициенты детерминации и корреляции, равные соответственно 0,81 и 0,9. Первый параметр указывает, что 81 % в потеплении климата принадлежит фактору времени.

Линейный коэффициент показывает, что среднегодовая температура поверхности почвы увеличивалась на 0,05 °С, а за 34 года — на 1,7 °С.

Комплексное изображение особенностей динамики температуры поверхности почвы и воздуха и их приращений за 1977–2010 гг. представлены на рисунке 3.

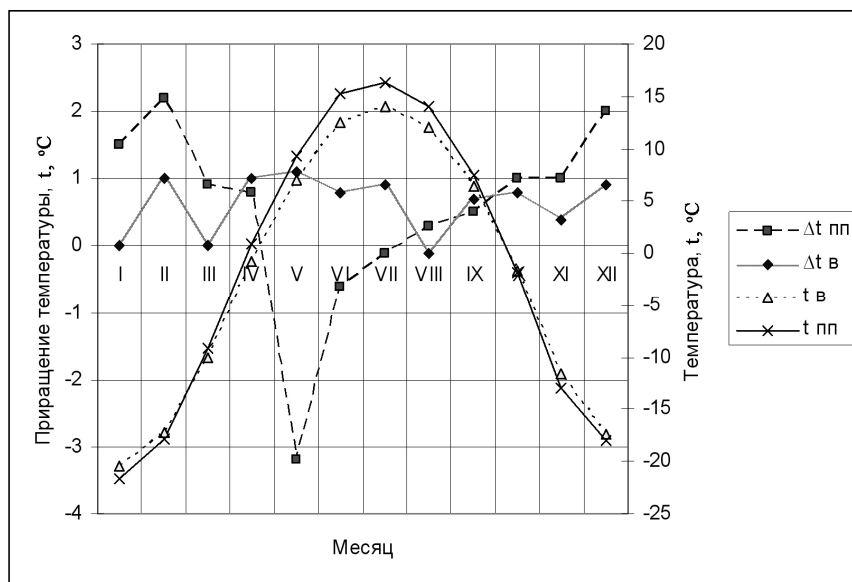


Рис. 3. Годовой ход средней температуры воздуха ($t_{в}$), поверхности почвы ($t_{пн}$) и их динамики приращения ($\Delta t_{в}$ и $\Delta t_{пн}$) за 1977–2010 гг. Метеостанция Мугур-Аксы

На рисунке четко прослеживаются следующие закономерности:

- в годовом ходе кривых температур воздуха ($t_{в}$), поверхности почвы ($t_{пн}$) и их приращений ($\Delta t_{в}$ и $\Delta t_{пн}$) просматривается зеркальное отображение, указывающее на противоположность процессов в нагревании атмосферы и подстилающей поверхности;

- температура воздуха в январе-феврале и ноябре-декабре выше температуры поверхности почвы, что указывает на проявление активизации циклонической деятельности;

- приращение температуры приземного воздуха в мае-июне месяцах выше, чем поверхности почвы;

- пересечение кривых годового хода температур воздуха и поверхности почвы наблюдается 15 февраля и 8 октября.

Распределение приращений температуры воздуха в течение календарного года за 1977–2010 гг. представлено в таблице 2.



**Средние значения приращения измеренной температуры воздуха
в течение календарного года за период 1977 – 2010 гг.**

Месяц	Приращение температуры	Вклад в потепление, %	Месяц	Приращение температуры	Вклад в потепление, %
I	0	0	VI	0,9	11,6
II	1	13	VII	-0,1	-1,3
III	0	0	VIII	0,7	9,1
IV	1	13	IX	0,8	10,4
V	1,1	14,3	X	0,4	5,2
VI	0,8	10,4	XI	0,9	11,7

Из таблицы видно, что наибольший вклад в повышение температуры воздуха вносят апрель-июль, сентябрь и октябрь месяцы – 68,8 % (на летний период – 35 %), на зимний – 29,9 %.

Выводы

1. Температура поверхности почвы и приземного воздуха за 1977–2010 гг. выросла на 1,7 °С.

2. Доминирующий вклад в повышение температуры поверхности почвы вносит холодный период – 53,9 %, а в повышение температуры воздуха – теплый период – 68,8 %. На других метеостанциях республики наблюдается обратная закономерность.

3. Температура воздуха в теплый период года ниже температуры поверхности почвы, а в холодный, наоборот, выше.

4. Приращение температуры поверхности почвы на 33 % превосходит алогичный показатель температуры воздуха.

Список литературы

1. Андрейчик М.Ф., Чульдум А.Ф. Изменение климата в Улуг-Хемской котловине Тувинской горной области // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23, №7. С. 192–196.

2. *Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации* : техническое резюме. М., 2008.

Об авторах

Михаил Федорович Андрейчик – д-р геогр. наук, доц., Тувинский государственный университет.

E-mail: andreychickm@yandex.ru

About the authors

Prof. Mikhail Andreichik, Tuvan State University.

E-mail: andreychickm@yandex.ru