

УДК 551.461 (575.2) (04)

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КЫРГЫЗСТАНА

О.А. Подрезов – докт. геогр. наук, проф.,

М.В. Перова – соискатель

It is shown the high altitude zoning and the practical recommendation of the definition of climatic characteristics calculated for the heating season of the northern Kyrgyzstan up to the 3–3.5 km above sea level.

Теплоэнергетическое обеспечение отопительного периода в Кыргызской Республике является важной социально-экономической задачей Правительства и соответствующих энергетических компаний и служб. Это весьма энергоемкий и дорогостоящий процесс не может быть успешно решен без строгого научно-технического обоснования [1–4], регламентируемых национальными СНиП климатических параметров [5–6].

Одной из первоочередных задач является оценка таких параметров для наиболее густонаселенной Чуйской долины, где находится столица республики г. Бишкек и целый ряд крупных городов и множество населенных пунктов. В настоящей работе рассматривается высотное распределение всех 9 регламентируемых СНиП [1, 5, 6] климатических характеристик, знание которых необходимо для теплоэнергетического обеспечения отопительного периода на территории Северного Кыргызстана, под которым условно понимались днища Чуйской, Таласской и Чон-Кеминской долин с их горными обрамлениями до высот 3–3,5 км над ур. м. Таким образом, вопрос решался не только для высотных зон, где в настоящее время сосредоточено основное население, но и с учетом перспективного развития строительства и туризма.

Расчетные значения норм климатических параметров. К климатическим параметрам отопительного сезона согласно СНиП [1, 5, 6] относятся следующие характеристики (табл. 1), определяемые по многолетним наблюдениям метеостанций и поэтому являющиеся климатическими “нормами”:

- τ_n – дата начала отопительного сезона, когда норма среднесуточной температуры воздуха ниже 8°C;
- τ_k – дата конца отопительного сезона, когда норма среднесуточной температуры воздуха превышает 8°C;
- $\Delta\tau = \tau_k - \tau_n$ – длительность отопительного сезона (сутки);
- $t_{\Delta\tau}$ – средняя температура отопительного периода (сезона), определяемая как среднее значение температуры за отопительный сезон;
- t_x – средняя температура наиболее холодного периода, определяемая как средняя температура наиболее холодного периода, равного 15% от его длительности;
- $t_5(0,92)$ и $t_5(0,98)$ – средние температуры наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью соответственно 0,92 и 0,98;
- $t_1(0,92)$ и $t_1(0,98)$ – средние температуры наиболее холодных суток с обеспеченностью соответственно 0,92 и 0,98.

Все эти характеристики были рассчитаны [4] по данным климатических справочников [7, 8], частично заимствованы из [5, 6, 9–11] и приведены в табл. 1 для 22 метеостанций Северного Кыргызстана, имеющих высоты от 596 м до 3225 м. Такой большой диапазон высотных отметок станций позволил построить усредненные высотные зависимости характеристик и разработать правила их практического определения для различных высотных зон и конкретных населенных пунктов.

Высотные зависимости норм климатических параметров. Даты начала (τ_n), (τ_k) конца и длительность отопительного периода ($\Delta\tau$) имеют тесную корреляционную связь с высотой места z . Полученные уравнения линейных регрессий имеют вид:

$$\tau_n = -17,93z + 96,4 \pm 4,0, \quad (r = -0,89) \quad (1)$$

$$\tau_k = 26,90z + 11,9 \pm 2,7, \quad (r = 0,98) \quad (2)$$

$$\Delta\tau = 47,01z + 125,4 \pm 5,8, \quad (r = 0,96) \quad (3)$$

В этих уравнениях высота z дана в км. Последние слагаемые со знаком \pm есть средняя квадратическая ошибка регрессий (σ_p , сутки). В скобках приведены соответствующие значения коэффициентов корреляции r . Кроме того, значения (τ_n) взяты в сутках от условной даты (условного нуля отсчета) – 01 августа, а значения (τ_k) – от 01 марта. Опытные поля точек (τ_n, z), (τ_k, z), ($\Delta\tau, z$) и прямые регрессий приведены на рис. 1.

Из этих данных следует, что модели линейных зависимостей (1)–(3) основаны на высокой коррелированности τ_n , τ_k и $\Delta\tau$ с высотой места ($|r| = 0,89–0,98$) и имеют вполне приемлемые для практики средние квадратические ошибки ($\sigma_p = 3–6$ суток). Поэтому их рекомендуем использовать для оценки этих характеристик по высоте места z при решении всех необходимых прикладных задач.

Как и следовало ожидать, климатические нормы $t_{\Delta\tau}$ и t_x коррелируют с высотой заметно хуже, чем даты начала, конца и длительность отопительного сезона. Это объясняется влиянием инверсий температуры, которые имеют значительную повторяемость, мощность и интенсивность над днищами Чуйской, Таласской и Чон-Кеминской долин.

По данным наблюдений метеостанций нами проведены исследования характеристик

инверсий в холодный период года: повторяемости; толщины слоя с инверсиями – ее мощности; перепаду температур – интенсивности. Оказалось, что в днищах долин до подножия склонов инверсии наблюдаются ночью в 77% случаев, а днем – в 43% случаев. Выше подножий до высот 2 км повторяемость уменьшается соответственно до 25% и 15%, т.е. остается значительной. И только выше 2 км инверсии наблюдаются редко. Мощность инверсий относительно нижней части долины с $z = 600$ м в среднем достигает 500–1100 м. Отсюда средние абсолютные высоты их верхних границ составляют 1100–1700 м. Величина инверсий в этом слое в среднем равна 5...10°C. Это свидетельствует о необходимости при построении высотных моделей параметров отопительного сезона учитывать особенности распределения температуры в слое развития инверсий, т.е. до 1,5–2 км абсолютных высот.

Опытные поля точек ($t_{\Delta\tau}, z$) и (t_x, z) на рис. 2 показывают некоторую тенденцию к росту температур или их примерное постоянство до абсолютной высоты 1,8 км (МС Арасан). Затем до высот 3,2 км температуры снижаются, поэтому в среднем можно утверждать о малоградиентном понижении температур с высотой.

Расчеты по 22 метеостанциям дают следующие линейные регрессии:

$$t_{\Delta\tau} = -0,724z - 0,3 \pm 1,0, \quad (r = -0,53), \quad (4)$$

$$t_x = -1,823z - 7,0 \pm 2,1, \quad (r = -0,60) \quad (5)$$

Формально модели (4) и (5) пригодны для использования в качестве высотных зависимостей $t_{\Delta\tau}(z)$ и $t_x(z)$. Регрессии статистически значимы, хотя и имеют не очень высокие коэффициенты корреляции (модули r около 0,60). Средние квадратические ошибки регрессий малы, $\sigma_r = 1...2^\circ\text{C}$.

Однако климатически эти модели целесообразно уточнить, учитывая достоверность влияния инверсий температуры до относительных высот около 1,2 км над поверхностью земли, что для горного обрамления Чуйской долины, например, приводит к абсолютной высоте 1,8 км.

Для уточнения моделей наиболее естественным является представление их ломаными прямыми с различными угловыми коэффициентами, когда нижняя прямая отражает инвер-

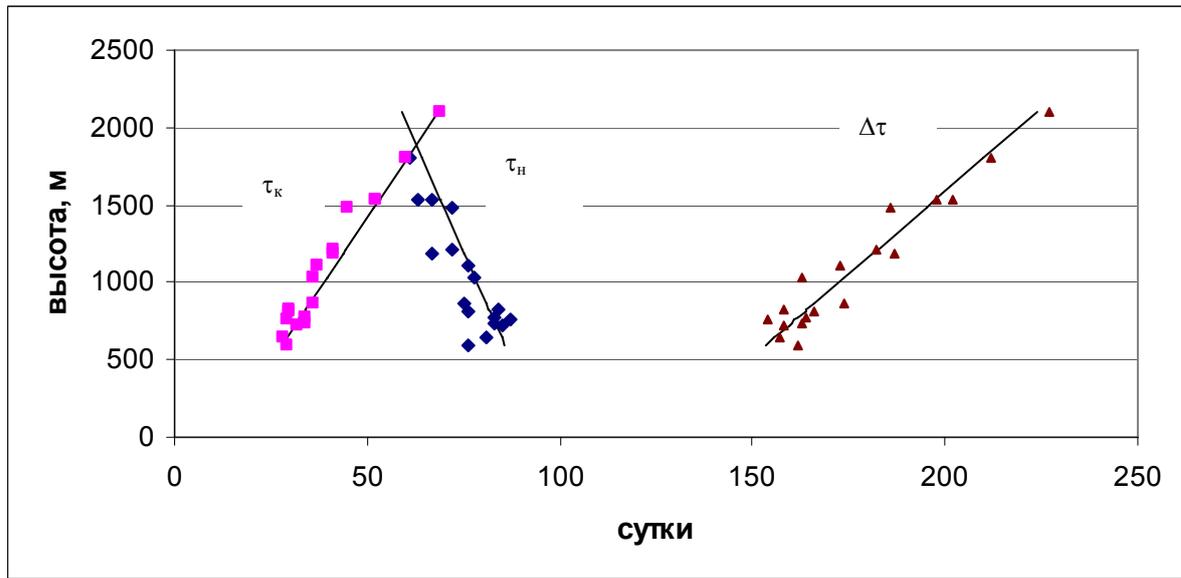


Рис. 1. Регрессии (1)–(3) и опытные поля точек.

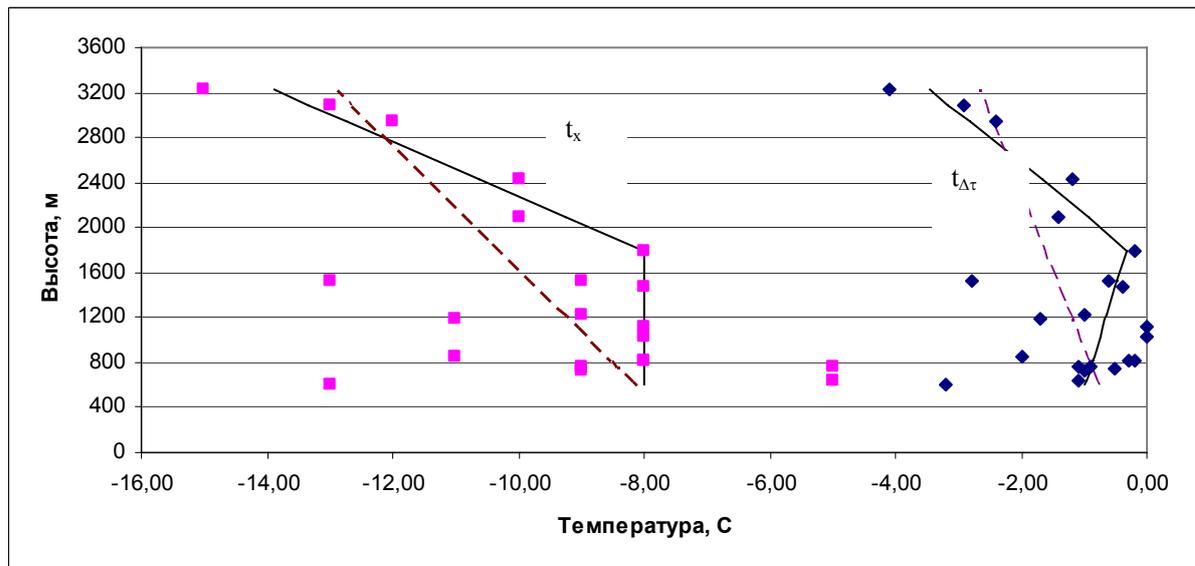


Рис. 2. Опытное поле точек (t_x, z) и $(t_{\Delta\tau}, z)$ для ССЗК и рекомендуемые фоновые высотные зависимости t_x и $t_{\Delta\tau}$; пунктир – регрессии (4), (5).

сионное или малоградиентное распределение температуры, а верхняя – существенное ее падение с высотой. Обе прямые могут быть найдены как две различные регрессии в случае, если они обе статистически значимы. Однако, возможно, что нижняя регрессия имеет нулевой угловой коэффициент (статистически незначи-

ма). Тогда в этом диапазоне высот высотную зависимость лучше определить как численно согласованную с верхней регрессией прямую, проходящую через две заданные точки.

Для $z \geq 1,8$ км по 6 точкам могут быть получены две регрессии с высокой степенью коррелированности температуры и высоты места:

$$t_{\Delta\tau} = -2,25z + 3,8 \pm 0,5, \quad (r = -0,94), \quad (6)$$

$$t_x = -4,12z - 0,6 \pm 0,8, \quad (r = -0,95). \quad (7)$$

где $z \geq 1,8$ км.

В диапазоне высот 0,6..., 1,8 км температуры имеют тенденцию к малоградиентному изменению с высотой ($r \approx 0,16$). Зададим на $z = 0,5$ км $t_{\Delta\tau}(0,5) = -1^\circ\text{C}$, $t_x(0,5) = -8^\circ\text{C}$, а на высоте 1,8 км равными соответственно $-0,3^\circ\text{C}$ и -8°C . Тогда получим, что в высотной зоне 0,5..., 1,8 км дополняющие снизу и численно согласованные с (6) и (7) высотные зависимости будут иметь вид:

$$t_{\Delta\tau} = 0,54z - 1,3, \quad (8)$$

$$t_x = -8^\circ\text{C} = \text{const}, \quad (9)$$

где $z = 0,5$..., 1,8 км.

Зависимости (6), (8) для $t_{\Delta\tau}(z)$ и (7), (9) для $t_x(z)$ показаны на рис. 2 сплошными линиями. Они рекомендуются для практического использования в качестве фоновых высотных зависимостей. Как видно, наибольшие отклонения от этих прямых испытывают две пары точек: первая пара соответствует $z = 0,596$ км, $t_{\Delta\tau} = -3,2^\circ\text{C}$ и $z = 0,596$ км, $t_x = -13^\circ\text{C}$ (МС Чуйская), вторая – $z = 1,53$ км, $t_{\Delta\tau} = -2,8^\circ\text{C}$ и $z = 1,53$ км, $t_x = -13^\circ\text{C}$ (МС Новороссийка). Обе станции располагаются соответственно в самых нижних точках Чуйской и Чон-Кеминской долин, где эффект стока холодного воздуха и его дальнейшее радиационное выхолаживание выражен наиболее сильно, чем и объясняются наиболее низкие температуры на этих станциях и их наибольшие отклонения от фоновых высотных зависимостей.

Для расчетных норм температур наиболее холодной пятидневки ($t_5(0,92)$, $t_5(0,98)$) и наиболее холодных суток ($t_1(0,92)$, $t_1(0,98)$) следовало ожидать резко выраженное их инверсионное распределение в нижнем слое до высоты около 1,8 км. Это объясняется тем, что они соответствуют таким холодным погодным условиям зимы, когда наиболее сильно развиты инверсии (рис. 3). Графики для (z , $t_5(0,98)$) и (z , $t_1(0,98)$) не приводятся ввиду их полной идентичности.

Значимая корреляция температур и высоты места по всему полю точек отсутствует. Точно также отсутствуют и статистически значимые регрессии во всем диапазоне высот. Однако в каждой из двух высотных зон – 0,5..., 1,8 км и 1,8..., 3,2 км – имеет место хорошо выраженные корреляция и регрессии:

а) для $z = 0,5$..., 1,8 км

$$t_5(0,92) = 8,45z - 30,3 \pm 2,7, \quad (r = 0,76), \quad (10)$$

$$t_5(0,98) = 9,50z - 33,9 \pm 3,0, \quad (r = 0,77), \quad (11)$$

$$t_1(0,92) = 8,45z - 33,3 \pm 2,7, \quad (r = 0,76), \quad (12)$$

$$t_1(0,98) = 8,45z - 34,3 \pm 2,7, \quad (r = 0,76). \quad (13)$$

б) для $z = 1,8$..., 3,2 км

$$t_5(0,92) = -7,10z - 2,0 \pm 1,5, \quad (r = -0,95), \quad (14)$$

$$t_5(0,98) = -7,77z - 2,6 \pm 1,7, \quad (r = -0,95), \quad (15)$$

$$t_1(0,92) = -7,10z - 5,0 \pm 1,5, \quad (r = -0,95), \quad (16)$$

$$t_1(0,98) = -7,10z - 6,0 \pm 1,5, \quad (r = -0,95). \quad (17)$$

Регрессии (10)–(17) рекомендуются практически использовать в качестве фоновых высотных зависимостей для оценки $t_5(0,92)$, $t_5(0,98)$, $t_1(0,92)$ и $t_1(0,98)$.

Рекомендации для практического определения климатических норм отопительного периода. Полученные по метеостанциям расчетные значения климатических параметров отопительного периода (табл. 1) и их найденные усредненные высотные зависимости позволяют сформулировать следующие рекомендации для их практического определения.

Усредненные, т.е. фоновые (или районные) оценки параметров, могут быть найдены по табл. 2, где приведены их оценки, рассчитанные по регрессиям (1)–(3) и (6)–(17) с шагом через 0,5 км до 3,5 км.

Для промежуточных высот оценки параметров могут быть найдены линейной интерполяцией табличных данных или непосредственно по названным регрессиям с учетом указанных зон их применимости. Если климатические нормы определяются для пункта, где нет метеостанции, согласно их перечню в табл. 1, то найденные оценки являются окончательными.

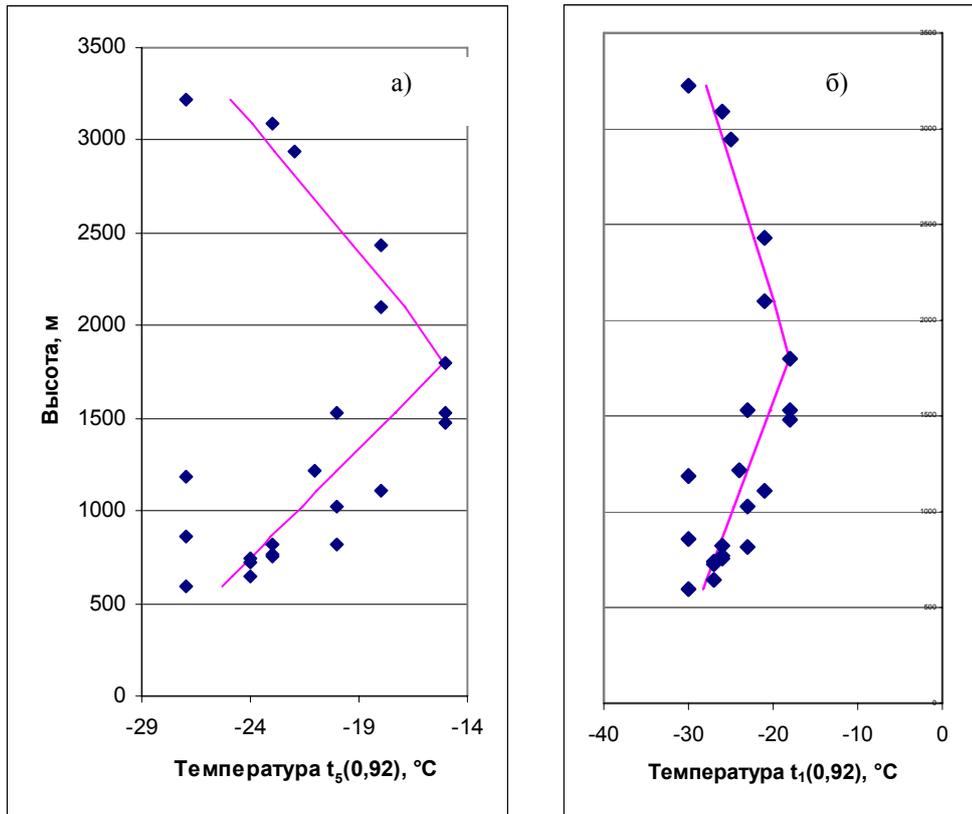


Рис. 3 Опытные поля точек $(z, t_5(0,92))$ (а) и $(z, t_1(0,92))$ (б) и соответствующие им регрессии.

Таблица 2

Фоновые оценки температурных норм отопительного сезона в ССЗК
(τ_n отсчитывается от 01.08, τ_k – от 01.03)

Норма	Высота, км						
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
τ_n	85	79	70	61	52	43	34
τ_k	25	39	52	66	79	93	106
$\Delta\tau$	149	173	196	220	243	267	290
$t_{\Delta\tau}$	-1,0	-0,8	-0,5	-0,7	-1,8	-3,0	-4,1
t_x	-8	-8	-8	-9	-11	-13	-15
$t_5(0,92)$	-26	-22	-18	-16	-20	-23	-27
$t_5(0,98)$	-29	-24	-19	-18	-22	-26	-30
$t_1(0,92)$	-29	-25	-21	-19	-23	-26	-30
$t_1(0,98)$	-30	-25	-22	-20	-24	-27	-31

Таблица 3

оценки по фоновым зависимостям и оценки по МС Бишкек

Норма	τ_n	τ_k	$\Delta\tau$	$t_{\Delta\tau}$	t_x	$t_5(0,92)$	$t_5(0,98)$	$t_1(0,92)$	$t_1(0,98)$
Уравнения	83	32	161	-0,9	-8	-24	-27	-27	-28
МС Бишкек	89	30	154	-0,9	-9	-23	-26	-26	-27

Если в населенном пункте (или рядом с ним) имеется метеостанция, данные которой помещены в табл. 1, то наилучшими будут оценки по прямым данным этой станции. Рассмотрим сравнение температурных норм, рассчитанных для высоты 0,75 км и МС Бишкек (756 м). По табл. 2 или уравнениям (1)–(3), (6)–(17) и по МС Бишкек имеем следующие оценки (табл. 3).

Как видно из табл. 3, эти оценки практически совпали.

В большинстве наиболее крупных населенных пунктов Северного Кыргызстана имеются метеостанции и, следовательно, для них будут получены наилучшие оценки (Бишкек, Токмок, Карабалта, Талас, Новороссийка). Однако достаточно хорошей точностью, т.е. высоким качеством обладают и районные оценки по (6)–(17) и табл. 2. Таким образом, вопрос надежного определения оценок температурных норм отопительного сезона для Кыргызстана решается с достаточной для практики точностью во всем диапазоне высот от 0,6 до 3–3,5 км.

Литература

1. Заварина М.В. Строительная климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 336 с.
2. Кобышева Н.В., Клюева М.В., Александрова А.А., Булыгина О.Н. Климатические характеристики отопительного периода в субъектах Российской Федерации в настоящем и будущем // Метеорология и гидрология. – 2004. – Вып. 8.
3. Подрезов О.А. Горная метеорология и климатология. – Бишкек, 2000. – 270 с.
4. Подрезов А.О., Фалеева М.В. Расчетные значения норм температурных параметров отопительного сезона по данным метеостанций Северного Кыргызстана. // Метеорология и гидрология в Кыргызстане. – Вып. 3. – Бишкек: изд-во КРСУ, 2003. – С. 56–61.
5. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М.: Госстройиздат, 1983. – 136 с.
6. СНиП 23-01-98 КР. Строительная теплотехника / Госстройархстройинспекция при Правительстве Кыргызской Республики. – Бишкек, 1998. – 37 с.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. – Вып. 32. Киргизская ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 375 с.
8. Справочник по климату СССР. – Вып. 32. – Ч. II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 255 с.
9. Аэроклиматические характеристики пограничного слоя атмосферы Средней Азии / Среднеазиатский региональный НИГМИ. Кн. 1. Статистические характеристики метеорологических элементов в различные часы суток. – Ташкент, 1986. – 318 с.
10. Закс А. Статистическое оценивание / Пер. с нем.; Под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. – М.: Статистика, 1976. – 559 с.
11. Подрезов О.А., Бакиров К.Б., Закурдаев А.А., Мьяцкая И.А. Современный климат Кыргызстана и сценарии его изменений в XXI веке // Вестник КРСУ. – 2002. – Т. 2. – №4. – С. 92–100.