

Канд. мед. наук А. А. Добринский,
канд. биол. наук Ю. Н. Таскаев

ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ СИБИРИ

Новосибирский научно-исследовательский санитарный институт

В коммунальной гигиене изучение у человека теплового состояния, показатели которого дают возможность обосновать оптимальные микроклиматические условия жилых микрорайонов, является весьма актуальным.

Климат средней полосы Сибири, характеризующийся резкой континентальностью, большой изменчивостью погоды, суровой зимой с устойчивыми низкими температурами воздуха и частыми ветрами значительных скоростей, определяет необходимость учета этих факторов с физиолого-гигиенических позиций.

Вопрос об особенностях климатической адаптации особенно широко разрабатывается применительно к экстремальным условиям Крайнего Севера и юга страны, резко отличающимся от рассматриваемого региона. Итоги проведенных исследований обобщены, разработана методика, обоснованы критерии для оценки теплового состояния и предложена классификация тепловых состояний человека (И. С. Кандрор и соавт.). Естественно, что опыт этих работ может быть применен для изучения влияния на организм и других климатических зон. Вместе с тем очевидно, что одни и те же погодные комплексы могут по-разному влиять на тепловое состояние различных групп населения (в зависимости от степени акклиматизации, возраста, пола и др.). При этом весьма важными представляются условия социально-бытовой адаптации, определяющие также тип одежды, более облегченной у городских жителей средней полосы Сибири, что должно учитываться при оценке показателей их теплового состояния и обоснования параметров оптимального микроклимата в жилой застройке.

В связи с этим нами были проведены многолетние микроклиматические (при участии канд. архитектуры В. М. Пивкина и инженера Л. Я. Школ-

Кожная температура и теплоощущение при разной средневзвешенной температуре кожи во время пребывания испытуемых при отрицательной температуре воздуха (от 0 до -33°C)

Средневзвешенная температура кожи, $^{\circ}\text{C}$	Статистический показатель	Температура кожи, $^{\circ}\text{C}$						Градиент		Теплоощущение баллы
		средне-взвешенная	туловища	стопы	кисти	щеки	лба	стопа	кисть	
25—25,9	n	34								
	M	25,8	30,9	20,9	14,2	10,0	13,0	10,0	16,7	1,1
26—26,9	P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	—	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01
	n	59								
27—27,9	M	26,6	31,7	22,2	15,4	10,4	14,3	9,5	16,3	1,3
	P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,1	<0,01
28—28,9	n	62								
	M	27,4	32,0	22,4	16,9	10,7	16,4	9,6	15,1	1,6
29—29,9	P	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,02	—	<0,01
	n	49								
30—30,9	M	28,4	32,4	23,7	18,1	11,2	20,6	8,7	14,3	2,1
	P	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	—	<0,01	<0,05	—	<0,01
31—31,9	n	61								
	M	29,5	32,5	26,4	20,0	12,0	21,3	6,1	12,5	2,5
32—32,9	P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	—	<0,01	<0,01	—	—
	n	72								
33—33,9	M	30,4	32,8	27,6	20,8	12,1	22,5	5,2	12,0	2,8
	P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01
34—34,9	n	79								
	M	31,3	33,1	28,1	21,5	13,0	23,3	5,0	11,6	3,5
35—35,9	P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01

ляр) и физиолого-гигиенические исследования, позволившие уточнить особенности терморегуляции человека, акклиматизированного к местным климатическим условиям, имеющего типичную для данного времени года и данной местности одежду, и установить границы легко переносимых сочетаний метеорологических элементов для зимнего периода.

Исходя из цели и задач, мы использовали те же методические подходы и приемы, что и в указанных выше исследованиях (И. С. Кандрор и соавт.). Дополнительно к общепринятым показателям теплового состояния человека определяли некоторые характеристики гемодинамики, газообмена и внешнего дыхания. По данным электро- и телеэлектрокардиографии учитывали распределение интервалов $R-R_{\text{ср}}$ (по 100 отдельных измерений у каждого испытуемого). Изучение внешнего дыхания и газообмена по данным оксиспирографии включало измерение поглощения кислорода (ПК), частоты дыхания (ЧД), вентиляционного объема дыхания, минутного объема дыхания (МОД), коэффициента использования кислорода (КИК). Исследования проводили на добровольцах — практически здоровых людях обоего пола в возрасте от 22 до 30 лет, проживающих в данной местности не менее 5 лет. Для статистической обработки результатов наблюдений использовали математическое обеспечение, разработанное в отделе АСУ Новосибирского медицинского института, и ЭВМ «Минск-32».

Для оценки физиологических реакций человека при разных микроклиматических условиях и сопоставления их с полученными в других климатических районах страны проанализировали распределение температуры кожи, показатели гемодинамики, внешнего дыхания и теплоощущения в зависимости от разного уровня средневзвешенной температуры кожи.

Исследования проводили в диапазоне температур наружного воздуха от 0 до -33°C ; теплоизоляционные свойства одежды от 2,5 до 3,5 кло. (табл. 1). Послефоновые исследования выполняли после часовой прогулки испытуемых.

При изменении средневзвешенной температуры кожи на 7°C (с 25 до 32°C) температура кожи в области туловища снизилась лишь на $2\text{—}2,5^{\circ}\text{C}$, верхних конечностей (кисти) — на $7,3^{\circ}\text{C}$, а в области нижних конечностей — на $7,2^{\circ}\text{C}$. Температура щеки в этом диапазоне при средневзвешенной температуре $30\text{—}31,9^{\circ}\text{C}$ составляла всего $13,0^{\circ}\text{C}$ и в дальнейшем снижалась на $2,5\text{—}3,0^{\circ}\text{C}$. По сравнению с данными других авторов, проводивших исследования в более высоких широтах, у наших испытуемых при одинаковом диапазоне средневзвешенных температур наблюдался более медленный темп снижения температуры кожи, особенно на закрытых одеждой частях тела, и абсолютные ее значения на туловище были выше на $0,5\text{—}1,5^{\circ}\text{C}$, а стопе ниже на $3\text{—}4^{\circ}\text{C}$ соответственно в каждом диапазоне.

При понижении общего уровня средневзвешенных температур более низкие показатели кожной температуры отмечены на открытых участках тела. Так, на лбу и кисти температура кожи снижалась до $13\text{—}14^{\circ}\text{C}$, а на щеке — до 10°C . С падением средневзвешенных температур с 32 до 28°C градиент туловище — стопа постоянно неравномерно возрастал с $5,0$ до $8\text{—}9^{\circ}\text{C}$, т. е. на $3\text{—}4^{\circ}\text{C}$, а в последующем изменялся незначительно. Градиент туловище — кисть, наоборот, при уменьшении средневзвешенной температуры с 32 до 27°C менялся более медленно, на $2\text{—}4^{\circ}\text{C}$, а затем при дальнейшем снижении ее до 25°C резко возрастал почти на 5°C , достигая $16\text{—}17^{\circ}\text{C}$. Наблюдалось достоверное изменение ПК в диапазоне средневзвешенной температуры кожи $32\text{—}27^{\circ}\text{C}$. При понижении ее с 32 до 30°C ПК увеличивалось на 30% , а при снижении до 27°C оно уменьшалось в такой же степени; дальнейшее падение средневзвешенной температуры кожи не оказывало достоверного влияния на ПК. Понижение средневзвешенной температуры кожи с 31 до 25°C сопровождалось сокращением среднего балла теплоощущений с $3,5$ (близко к комфорту) до $1,1$ (очень холодно).

Таким образом, в изменении теплового состояния человека, адаптированного к местным природно-климатическим условиям, можно выделить определенную закономерность, которая характеризуется объективными физиологическими показателями и теплоощущением.

При состоянии терморегуляции наблюдалась достаточно высокая средневзвешенная температура кожи ($31\text{—}32^{\circ}\text{C}$), при этом была понижена температура кожи, в основном открытых участков тела (лба до 23°C , щеки до 13°C), температура туловища оказалась около 33°C , стопы 28°C , а градиент туловище — стопа не превышал 5°C . Параметры дыхания и кровообращения ($R\text{—}R_{\text{ср}}$, ЧД, ДО, МОД, КИК) находились на уровне, наиболее благоприятном для жизнедеятельности организма. При таких условиях средний балл теплоощущения испытуемых был равен $3,5$, что наиболее близко к комфорту.

При средневзвешенной температуре кожи $31\text{—}29^{\circ}\text{C}$ средний балл теплоощущений снижался на 1 пункт, что может расцениваться как слабое напряжение терморегуляторного аппарата. Содержание тепла в оболочке при аналогичных условиях уменьшалось на 3% по сравнению с оптимальным тепловым состоянием (И. С. Кандрор и соавт.). В этих случаях температура в области лба была 21°C , кисти 20°C , а щеки 12°C . Градиент туловище — стопа повышался до 6°C , а градиент туловище — кисть медленно — с $11,6$ до $12,5^{\circ}\text{C}$. Зафиксировано достоверное возрастание ПК (на 30%). Также проявляли тенденцию к повышению ДО (на 35%), МОД (на 43%) и к снижению — $R\text{—}R_{\text{ср}}$ (на 10%) и КИК (на 10%).

Своеобразные условия теплового состояния отмечены при средневзвешенных температурах в диапазоне $29\text{—}27^{\circ}\text{C}$. Хотя не выявлено заметного снижения температуры туловища и других закрытых частей тела, установлено выраженное снижение температуры кожи на конечностях, стопе (до $23\text{—}22^{\circ}\text{C}$), кисти (до $16\text{—}17^{\circ}\text{C}$). Температура щеки сохранялась на уровне 11°C . Медленно увеличивался градиент туловище — кисть (до $15\text{—}14^{\circ}\text{C}$) и более резко — градиент туловище — стопа (до $8\text{—}10^{\circ}\text{C}$). Температура кожи лба снижалась до 16°C . Этому тепловому состоянию соответствует

Таблица 2

Показатели физиологической классификации тепловых состояний человека, акклиматизированного к условиям средней полосы Сибири, при выполнении легкой работы на открытом воздухе

Физиологический показатель, °С	В условиях охлаждения напряжения терморегуляционной системы			
	чрезмерное	большое	умеренное	минимальное
Средневзвешенная температура кожи	<27	27—29	29—31	32—33
Температура кожи туловища	<31	31—32	32—33	>33
Градиент туловище — стопа	>8	>8	До 6	До 5

Таблица 3

Нижние границы легко переносимых сочетаний температуры воздуха и скорости ветра (в м/с) для жилых территорий в условиях резкоконтинентального климата Сибири

Температура воздуха, °С	Скорость ветра не более
0—5,0	4,0
—5,1—10,0	3,0
—10,1—15,0	2,0
—15,1—20,0	1,0
—20,1—25,0	0,5

теплоощущение «холодно» — 2,1—1,6 балла. Такое тепловое состояние следует рассматривать как большую степень напряжения терморегуляции, во всяком случае резко затрудняющую пребывание человека на открытом воздухе, на придомовой территории.

Следующее состояние можно характеризовать уровнем средневзвешенной температуры кожи менее 27°С. Температура кожи туловища падает до 31°С и ниже, кисти — до 14—15°С, стопы — до 20,9°С, а лба и щеки — до 13—10°С и ниже. Наблюдалось резкое возрастание градиента туловище — кисть (до 16°С). Средняя величина интервалов $R-R_{cp}$ по сравнению с комфортным состоянием снижалась на 25%. Такому тепловому состоянию соответствовал средний балл теплоощущения 1,3—1,1 (очень холодно). Это состояние может рассматриваться как чрезмерная степень напряжения терморегуляции.

Таким образом, приведенные показатели теплового состояния испытуемых в общих чертах подтверждают аналогичные данные И. С. Кандрор и соавт. с учетом некоторых поправок, касающихся уточнения градации теплового состояния лиц, адаптированных к местным климатическим условиям и одетых в типичную для сезона одежду (табл. 2).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что у людей, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, при отрицательных температурах воздуха имеются некоторые особенности терморегуляции. Это может быть связано с типичной для данной местности одеждой, менее утепленной у обследованных городских жителей. Вместе с тем нельзя исключить и наличия региональных особенностей в тепловом состоянии человека, адаптированного к условиям резкоконтинентального климата по сравнению с жителями других климатических районов.

Была проведена оценка погодных комплексов холодного периода года с учетом особенностей функционального состояния человека. В качестве основных элементов этих комплексов рассмотрены температура воздуха и скорость его движения, так как именно температурно-ветровой режим главным образом определяет тепловое состояние человека в этот период года. Мы располагали данными в диапазоне температур от 0 до —33°С при скорости ветра до 6 м/с. Поскольку не стояла задача оценить все возможные погодные комплексы, а только необходимо было выявить характерные реакции с учетом особенностей функционального состояния местных жителей, материал для этого имелся достаточный.

Имеющиеся данные позволили определить нижние границы легко переносимых элементов погодных комплексов, при которых не требуется специальных градостроительно-мелиоративных мероприятий по их смягчению. Такие сочетания для зимнего периода приведены в табл. 3.

Полученные данные по характеристике основных элементов погодных комплексов на основе оценки теплового состояния человека могут быть применены для климатического районирования отдельных территорий рассматриваемого региона и разработки дифференцированных требований по планировке и застройке населенных мест.

ЛИТЕРАТУРА. Кандрор И. С., Демина Д. М., Ратнер Е. М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. М., 1974.

Поступила 10/VIII 1977 г.

THE THERMAL STATE OF A MAN IN THE COLD TIME OF A YEAR IN THE CENTRAL ZONE OF SIBERIA

A. A. Dobrinsky, Yu. N. Taskaev

Investigation data obtained point to the necessity of taking into account the regional features of the thermal state of man in substantiating the parameters of an optimal microclimate in a residential microregion. Certain amendments are made in the classification of the thermal states of man in fulfilment of easy work out of doors under conditions prevailing in the investigated region.