

## **ФГБНУ «НИИ медицины труда»**

**«Критериальные показатели теплового состояния мужчин и женщин, как физиологическая основа для определения целесообразности дифференцированного подхода к разработке мер профилактики их охлаждения»**

**Исполнитель** д.б.н. Лосик Т.К

**Цель НИР:** установление критериальных показателей теплового состояния мужчин и женщин, как физиологической основы для определения целесообразности дифференцированного подхода к разработке мер профилактики их охлаждения.

### **Задачи НИР:**

- исследовать в сравнительном плане тепловое состояние мужчин и женщин в условиях относительного покоя и выполняющих близкую по виду и уровню энерготрат физическую работу в комфортных микроклиматических условиях и при охлаждении различной степени;
- выбрать критериальные показатели теплового состояния организма на основе результатов изучения степени активации реакций терморегуляции мужчин и женщин;

## **Научная новизна работы.**

**Выявлены особенности терморегуляторных реакций женщин во взаимосвязи с параметрами микроклимата, уровнем физической нагрузки и теплоизоляцией одежды.**

**Определены различия в показателях теплового состояния мужского и женского организма, критериальными показателями которого являются – температура кожи, средняя температура тела, теплосодержание и его изменение, теплоощущения, являющиеся физиологической основой для разработки мер профилактики их охлаждения**

## Формулы для расчёта показателей теплового состояния организма:

Средневзвешенная температура кожи ( $\bar{t}_{\text{к}}$ )

$$\bar{t}_{\text{к}} = 0,0886 \cdot t_1 + 0,34(t_2 + t_3 + t_4 + t_5)/4 + 0,134 \cdot t_6 + 0,045 \cdot t_7 + 0,203(t_8 + t_9)/2 + 0,125 \cdot t_{10} + 0,0644 \cdot t_{11}$$

Средневзвешенный тепловой поток ( $\bar{q}_{\text{т.п.}}$ )

$$\bar{q}_{\text{т.п.}} = 0,0886 \cdot q_1 + 0,34(q_2 + q_3 + q_4 + q_5)/4 + 0,134 \cdot q_6 + 0,045 \cdot q_7 + 0,203 \cdot (q_8 + q_9)/2 + 0,125 \cdot q_{10} + 0,0644 \cdot q_{11}$$

где:  $t_1$ – $t_{11}$  – температура кожи и  $q_1$ – $q_{11}$  – тепловой поток с поверхности кожи лба, груди, спины, живота, поясницы, плеча, тыла кисти, верхней части бедра, голени, тыла стопы.

-средняя температура тела ( $\bar{t}_T$ ) определялась из значений ректальной температуры ( $t_p$ ) и средневзвешенной температуры кожи ( $\bar{t}_k$ ) с учетом коэффициентов смешивания по формуле :

$$\bar{t}_T = K \cdot t_p + (1-K) \cdot \bar{t}_k, \text{ } ^\circ\text{C}$$

где:  $K$  и  $(1-K)$  - коэффициенты смешивания соответственно для  $t_p$  и  $t_k$  определялись по формуле:

$$K = 0,037 \cdot T_0 + 0,519$$

- теплосодержание в организме ( $Q_{тс}$ ) - по формуле:

$$Q_{тс} = C \cdot \bar{t}_T, \text{ кДж/кг}$$

- изменение теплосодержания ( $\Delta Q_{тс}$ ) - по формуле:

$$\Delta Q_{тс} = C \cdot \Delta \bar{t}_T, \text{ кДж/кг}$$

где:  $C$  - теплоемкость тканей организма, равная 3,48 кДж/кг,

$\Delta \bar{t}_T$  - изменение средней температуры тела по отношению к ее исходному значению.

Проводился опрос о теплоощущениях ( $T_0$ ) по семибалльной шкале 7-1 соответственно:  
жарко, тепло, слегка тепло, комфорт, слегка прохладно,  
прохладно, холодно

Измерялись артериальное давление (**АД**), и частота сердечных сокращений (**ЧСС**)

**Температура кожи и плотность теплового потока с поверхности тела мужчин и женщин  $t_{в} = 23 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  (на 60-ой минуте наблюдения),  $M \pm m$**

Область тела	Температура кожи, $^{\circ}\text{C}$			Тепловой поток, $\text{ккал}/\text{м}^2\text{ч}$		
	Женщины	Мужчины	$\Delta$	Женщины	Мужчины	$\Delta$
лоб	$34,3 \pm 0,22$	$34,0 \pm 0,18$	0,3	$67 \pm 3,6$	$92 \pm 2,7$	25,0
туловище	$34,0 \pm 0,15$	$33,7 \pm 0,22$	0,3	$40 \pm 1,7$	$42 \pm 1,2$	2,0
плечо	$32,2 \pm 0,18$	$32,6 \pm 0,24$	0,4	$39 \pm 1,3$	$43 \pm 1,8$	4,0
кисть	$32,2 \pm 0,23$	$32,8 \pm 0,18$	0,6	$36 \pm 3,3$	$33 \pm 2,5$	2,0
бедро	$31,3 \pm 0,13$	$32,5 \pm 0,20$	0,8	$44 \pm 2,3$	$57 \pm 0,7$	13,0
голень	$31,4 \pm 0,2$	$32,2 \pm 0,18$	0,8	$45 \pm 1,1$	$50 \pm 3,6$	5,0
стопа	$31,7 \pm 0,3$	$32,1 \pm 0,25$	0,4	$30 \pm 3,1$	$41 \pm 1,3$	11,0
Ср. взв.	$32,7 \pm 0,17$	$33,0 \pm 0,21$	0,3	$43 \pm 1,3$	$50 \pm 1,9$	7,0

**Температура кожи и плотность теплового потока с поверхности тела  
мужчин и женщин  
 $t_{в} = 20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , (на 60-ой минуте наблюдения),  $M \pm m$**

Область тела	Температура кожи, $^{\circ}\text{C}$			Тепловой поток, $\text{ккал}/\text{м}^2\text{ч}$		
	Женщины	Мужчины	$\Delta$	Женщины	Мужчины	$\Delta$
лоб	$33,7 \pm 0,3$	$33 \pm 0,22$	0,7	$100,4 \pm 4,4$	$126,5 \pm 2,6$	26,1
туловище	$33,1 \pm 0,1$	$33,0 \pm 0,2$	0,1	$45 \pm 2,5$	$48,6 \pm 3,1$	3,6
плечо	$30,6 \pm 0,33$	$30,6 \pm 0,3$	0	$52,1 \pm 3,0$	$62,2 \pm 3,$	10,1
кисть	$28,7 \pm 0,38$	$29,7 \pm 0,21$	1,0	$48,1 \pm 3,3$	$48,0 \pm 3,6$	0
бедро	$29,8 \pm 0,1$	$30,5 \pm 0,24$	0,7	$55,0 \pm 2,5$	$69,4 \pm 4,3$	14,4
голень	$29,3 \pm 0,3$	$29,7 \pm 0,3$	0,4	$51,6 \pm 3,4$	$57,6 \pm 5,4$	5,0
стопа	$28,7 \pm 0,2$	$29,3 \pm 0,2$	0,6	$39,1 \pm 3,5$	$75,0 \pm 3,8$	35,9
Ср. взв.	$31,1 \pm 0,24$	$31,2 \pm 0,3$	0,1	$53,2 \pm 1,2$	$63,1 \pm 1,5$	9,9

**Температура кожи и плотность теплового потока с поверхности тела  
мужчин и женщин  
 $t_b = 14 \pm 0,1^\circ\text{C}$  (на 60-ой минуте наблюдения),  $M \pm m$**

Область тела	Температура кожи, $^\circ\text{C}$			Тепловой поток, ккал/ $\text{m}^2\text{ч}$		
	Женщины	Мужчины	$\Delta$	Женщины	Мужчины	$\Delta$
лоб	$32,5 \pm 0,25$	$31,4 \pm 0,28$	1,1	$115,4 \pm 6,4$	$139,0 \pm 4,5$	23,6
туло-ще	$32,4 \pm 0,21$	$32,8 \pm 0,2$	0,4	$60 \pm 2,3$	$66,1 \pm 2,6$	6,1
плечо	$28,9 \pm 0,27$	$29,7 \pm 0,25$	0,8	$64,6 \pm 1,2$	$72,1 \pm 4,0$	7,5
кисть	$25,3 \pm 0,26$	$27,1 \pm 0,31$	1,8	$67,4 \pm 3,5$	$71,2 \pm 2,0$	3,8
бедро	$28,8 \pm 0,16$	$29,6 \pm 0,24$	0,8	$69,6 \pm 1,8$	$92,5 \pm 2,7$	22,9
голень	$28,7 \pm 0,26$	$29,4 \pm 0,20$	0,7	$70,1 \pm 4,5$	$82,1 \pm 5,8$	12,0
стопа	$27,2 \pm 0,23$	$28,1 \pm 0,25$	0,9	$63,2 \pm 3,8$	$88,9 \pm 4,1$	25,7
Ср. взв.	$30,2 \pm 0,12$	$30,6 \pm 0,15$	0,6	$67,9 \pm 1,3$	$82,6 \pm 1,4$	14,7

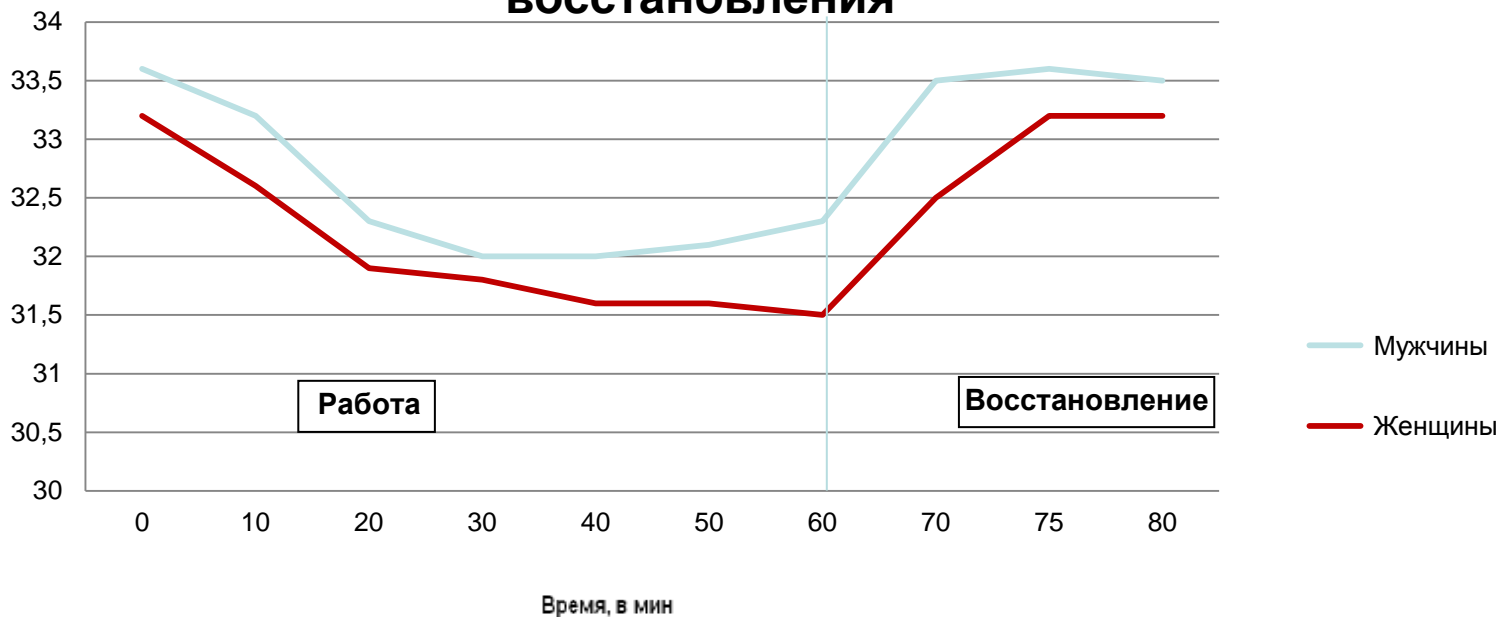


**Показатели теплового состояния женщин и мужчин  
при температуре воздуха +3- (-2) °С М±m**

Показатели, область тела	Температура кожи, 0С		
	женщины	мужчины	Δ
лоб	29,9±0.3	30,0±0,3	0,1
грудь	33,1±0,2	33,0±0,2	0,1
спина	32,9±0,2	33,8±0,2	0,9
поясница	31,4±0,3	31,2±0,3	0,2
плечо	31,7±0,2	32,7±0,3	1,0
кисть	30,5±0,4	30,9±0,4	0,4
бедро	27,0±0,3	30,9±0,3	3,9
голень	28,4±0,4	32,5±0,3	4,1
стопа	27,8±0,4	30,0±0,2	2,2
$t_{T \text{ ср. вз.}}$	30,2±0,2	31,9±0,2	1,7
$t_T$	36,8±0,04	36,9±0,05	0,1
$\Delta Q$ , ккал/кг	0,53	0,10	0,43
$T_o$ , балл	3,7±0,08	4,1±0,05	0,4

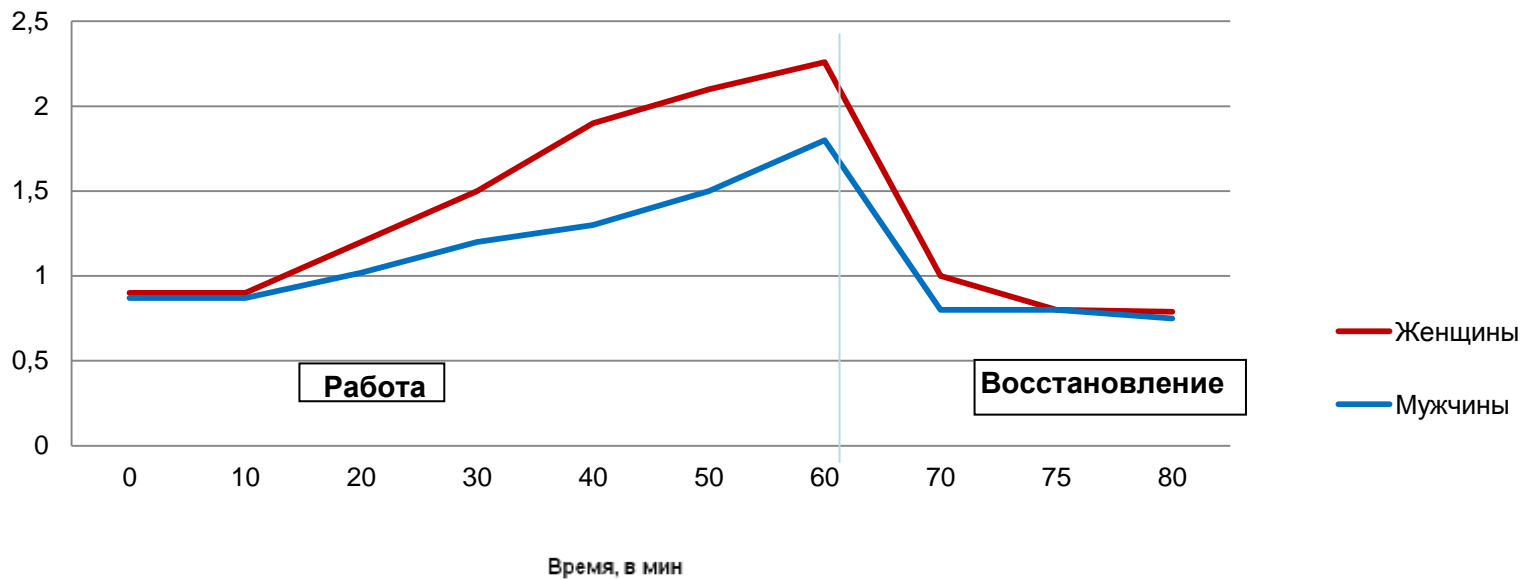
Динамика средневзвешенной температуры кожи у мужчин и женщин при выполнении физической работы при  $t_{в} = +3 - (-2)^{\circ}\text{C}$  и в период восстановления

Средневзвешенная температура кожи  $^{\circ}\text{C}$



Изменение теплосодержания, кДж/кг.

## Динамика изменения теплосодержания организма мужчин и женщин при выполнении физической работы при $t_{в} = +3 - (-2) ^\circ\text{C}$ и в период восстановления



**Теплопродукция у мужчин и женщин,  
ккал/м ч при температуре воздуха  
14,5+0,2°С**

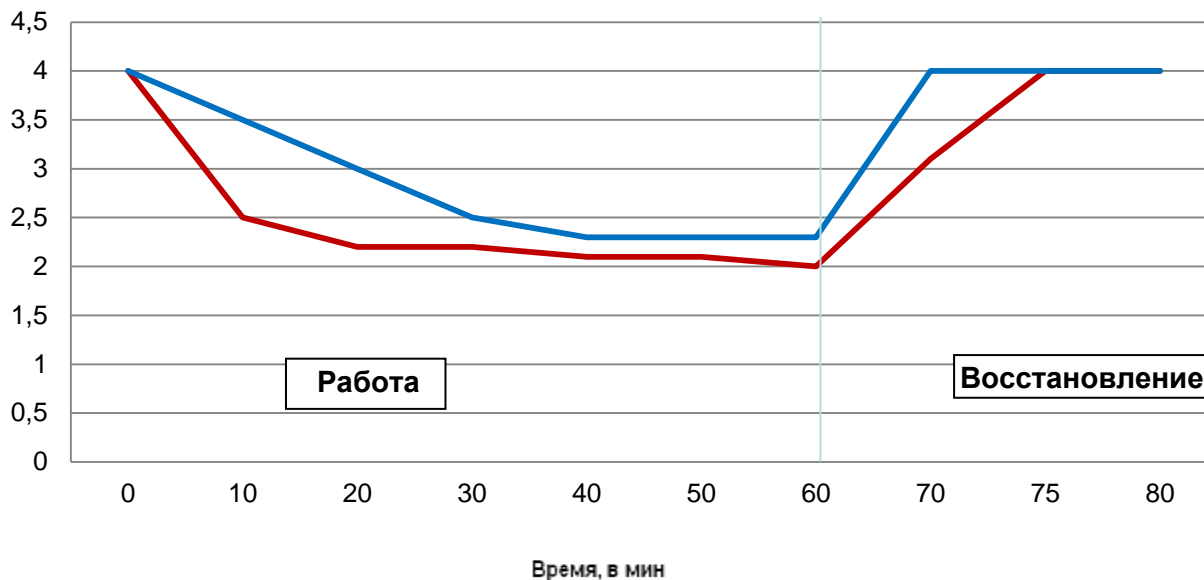
<b>Пол</b>	<b>Исходные величины</b>	<b>30 мин</b>	<b>60 мин</b>	<b>60 мин восстановления <math>t_b=23,0+0,2C</math></b>
<b>Женщины</b>	<b>35,1±1,09</b>	<b>35,6±1,38</b>	<b>36,4±1,05</b>	<b>31,0±0,82</b>
<b>Мужчины</b>	<b>36,2±0,82</b>	<b>38,8±1,62</b>	<b>38,6±1,52</b>	<b>39,6±1,26</b>

**Требования к общей теплоизоляции спецодежды  
для мужчин и женщин с учётом различных  
климатических условий  
(воздухопроницаемость ткани верха 7-10  $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$  )**

Климатический пояс	Средняя температура воздуха зимних месяцев, °С	Наиболее вероятная скорость ветра в зимние месяцы, м/с	Величина теплоизоляции комплекта СИЗ в целом, $I_k$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$	
			Мужчины	Женщины
«Особый»	-25	6,8	0,73	0,75
IV	-41	1,3	0,80	0,86
III	-18	3,6	0,64	0,64
II-I	-9,7	5,6	0,50	0,54

# Динамика теплоощущений у мужчин и женщин при выполнении физической работы при $t_{в} = +3 - (-2) \text{ } ^\circ\text{C}$ и в период восстановления

Средний бал теплоощущений, балл



— Женщины

— Мужчины

## ВЫВОДЫ

1. В охлаждающих условиях, обуславливающих нарушении теплового баланса организма, напряжение реакций терморегуляции у женщин проявляется в большей степени, чем у мужчин, что подтверждается различиями в показателях теплового состояния мужского и женского организма, критериальными показателями которого являются – температура кожи, средняя температура тела, теплосодержание и его изменение, теплоощущения.
2. Степень проявления различий в температурных реакций мужчин и женщин определяется микроклиматическими условиями. Чем более выражено холодное воздействие, тем существеннее различия в показателях их теплового состояния.
3. Более выраженные реакции женщин на охлаждение обуславливают необходимость дифференцированного подхода и являются основой к разработке мер их защиты от холода. Женщинам для обеспечения теплового комфорта требуются СИЗ с большим общим термическим сопротивлением за счёт локального увеличения толщины утеплителя на участках: плечи, бёдра, голени, кисти, стопы с учётом различных климатических условий.
4. При одинаковой теплоизоляции одежды, раннее появлении жалоб на холодный дискомфорт у женщин и большая степень их охлаждения обуславливают сокращение допустимой продолжительности пребывания женщин на холоде на 5 мин.; для нормализации теплового состояния женского организма необходимо увеличить период на обогрев на 5 мин. по отношению к предусмотренным Методическими рекомендациями МР 2.2.7.2129-06. При этом число 15 минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены равно значениям, приведённым в указанных МР.

Спасибо за внимание.

