**Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации**

4.3.МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

# Интегральная оценка нагревающего микроклимата

**Методические указания**
**МУК 4.3.2755—10**

Издание официальное

**Москва • 2011**

gost.e-ecolog.ru

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека**

4.3.МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

# Интегральная оценка нагревающего микроклимата

**Методические указания**
**МУК 4.3.2755—10**

ББК 51.24
И73

И73 **Интегральная** оценка нагревающего микроклимата: Методические указания.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.—12 с.

1. Разработаны ГУ НИИ медицины труда РАМН (д.м.н., профессор Р. Ф. Афанасьева; к.м.н., с.н.с. Н. А. Бессонова; к.м.н., вед.н.с. О. В. Бурмистрова; вед. инженер В. М. Бурмистров).

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 14 октября 2010 г. № 2).

3. Утверждены Руководителем Федеральной службы по защите прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 12 ноября 2010 г.

4. Введены в действие с момента утверждения.

**ББК 51.24**

Технический редактор Г. И. Климова

Подписано в печать 15.02.11

Формат 60x88/16 Печ. л. 0,75

Тираж 200 экз. Заказ 37

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделом издательского обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

**© Роспотребнадзор, 2011**
**© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011**

## Содержание

1 Назначение и область применения ..... 4
2. Общие положения ..... 4
3. Методы интегральной оценки нагревающего микроклимата ..... 6
3.1. Физиологический метод ..... 6
3.2. Теплофизический метод ..... 7
3.3. Математический метод (использование уравнения множественной регрессии) ..... 9
Список литературы ..... 12

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
12 ноября 2010 г.

4.3.МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

# Интегральная оценка нагревающего микроклимата

## Методические указания
## МУК 4.3.2755—10

## 1 Назначение и область применения

1.1. Настоящие методические указания устанавливают методы оценки нагревающего микроклимата при воздействии на человека комплекса факторов, определяющих его теплообмен с окружающей средой (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение, энерготраты, тип одежды, продолжительность пребывания в нагревающем микроклимате).

1.2. Методические указания предназначены для органов и учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, организаций, аккредитованных на проведение работ по оценке условий труда, центров профпатологии и медицины труда, медико-санитарных частей, проводящих медицинское обслуживание работников, для информации работодателей соответствующих организации в целях проведения мероприятий, направленных на профилактику перегревания при работе в нагревающем микроклимате.

## 2. Общие положения

2.1. Перегревание организма и его возможные последствия представлены в табл. 1.

2.2. На формирование теплового состояния человека в производственных условиях влияет комплекс факторов, определяющий теплообмен организма с окружающей средой: (температура, влажность, скорость

движения воздуха, тепловое излучение, тип одежды, длительность воздействия, физическая активность).

2.3. Тепловое состояние человека определяется по критериям его оценки согласно классификации.

Таблица 1

**Перегревание организма и его возможные последствия**

| Возможные последствия | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Накопление тепла в организме, $\Delta Q_{т.с.}$, кДж/кг (верхняя граница) | Напряжение реакций терморегуляции | Снижение физической работоспособности, % | Снижение производительности труда, % | | Нарушение здоровья | |
| | | | физическая работа | умственная работа | После нескольких месяцев (недель) работы | После 1 года работы |
| ± 0,87 | очень слабое (минимальное) | отсутствует | отсутствует | отсутствует | – | – |
| 2,60 | слабое | до 15 | до 20 | до 10 | – | – |
| 2,75 | умеренное | до 19 | до 22 | до 12 | – | – |
| 3,30 | выраженное | до 25 | до 27,9 | до 22 | – | – |
| 4,0 | сильное | до 29 | до 36,5 | до 42 | Тепловое истощение, головная боль, боли в животе, нарушение сна, раздражительность, тахикардия, сыпь, тошнота | Вегето-сосудистая дистония по кардиальному и гипертоническому типу. Гипертензия, снижение либидо и потенции, поражение миокарда, не злокачественные болезни органов пищеварения, гипохлоремия |
| 5,50 | очень сильное | до 40 | до 53 | до 85 | | |
| 7,00 и выше | чрезвычайное (опасное) | до 55 и выше | более 53 | более 85 | | |

2.4. Критериальные показатели теплового состояния человека характеризуют различную степень напряжения механизмов терморегуляции и деятельности, сопряжённых с ней функциональных систем (сердечно-сосудистая, нейроэндокринная) и является физиологической основой регламентации внешней термической нагрузки на организм в целях обеспечения безопасных условий труда.

2.5. В основу разработки методов оценки нагревающего микроклимата заложены физиологические критерии допустимой и предельно-допустимой степени перегревания организма, установленные на основе исследования теплового, функционального состояния человека, состояния его здоровья.

2.6. Для прогнозирования теплового и функционального состояния человека использованы статистические модели количественной оценки системного ответа человека на воздействующие факторы с учётом особенностей медико-биологической информации в прикладных медико-биологических исследованиях.

## 3. Методы интегральной оценки нагревающего микроклимата

3.1. Для интегральной оценки нагревающего микроклимата в зависимости от поставленной задачи и условий производственной деятельности могут быть использованы различные методы: физиологический, теплофизический, математический.

### *3.1. Физиологический метод*

3.1.1. Физиологический метод интегральной оценки нагревающего микроклимата основан на определении теплового состояния человека, подвергающегося воздействию комплекса факторов в нагревающей среде.

3.1.2. Тепловое состояние человека в этом случае определяется в соответствии с его классификацией и критериями оценки.

3.1.3. Класс условий труда по степени его вредности и опасности определяется в этом случае на основе показателей накопления тепла в организме, характеризующего различную степень напряжения реакций терморегуляции, риск перегревания организма и их последствия (табл. 2).

Таблица 2

**Накопление тепла в организме человека и соответствующий ему класс условий труда**

| Накопление тепла в организме, $_{\Delta}$Qт.с., кДж/кг (верхняя граница) | Класс условий труда* | Риск перегревания организма |
|---|---|---|
| ± 0,87 | 1 | отсутствует |
| 2,6 | 2 | малый |
| 2,75 | 3,1 | умеренный |
| 3,30 | 3,2 | высокий |
| 4,0 | 3,3 | очень высокий |
| 5,5 | 3,4 | чрезвычайно высокий |
| 7,0 и выше | 4,0 | критический |

* Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006—05.

3.1.4. Физиологический метод целесообразно использовать в случае невозможности должного учёта всех факторов, определяющих тепловое состояние организма, (особенности одежды, различная физическая активность, различная длительность пребывания в неблагоприятной среде, наличие других факторов, могущих влиять на тепловое состояние человека и его терморегуляторные реакции.

3.1.5. Показатели теплового состояния человека регистрируются в начале, середине рабочей смены и перед её окончанием. На основании показателей реакций терморегуляции определяется накопление тепла в организме (кДж/кг) на каждый период и соответствующий ему класс условий труда.

**Пример.** По истечении первой половины рабочей смены накопление тепла в организме сталевара составляло 4 кДж/кг, а перед окончанием рабочей смены – 3,3 кДж/кг. Следует определить класс условий труда на рабочем месте сталевара. Согласно табл. 5 условия труда в первой половине рабочей смены являются вредными третьей степени (3,3), а во второй – вредными второй степени (3,2). Решение может быть принято по большему баллу или средней величине с округлением по правилам математики.

### *3.2. Теплофизический метод*

3.2.1. Теплофизический метод интегральной оценки нагревающего микроклимата базируется на определении ТНС-индекса путём использования теплофизической модели (чёрный шар и смоченный термометр).

3.2.2. ТНС – индекс (термическая нагрузка среды) учитывает комплексное влияние температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового излучения на тепловое состояние человека.

3.2.3. ТНС – индекс является эмпирическим показателем и определяется как сумма произведений коэффициентов (0,3 и 0,7) соответственно на показатели температуры воздуха внутри чёрного шара и смоченного термометра (по аспирационному психрометру).

3.2.4. Ограничением применения этого метода является низкая влажность воздуха (< 10 %) и высокая его подвижность (> 0,6 м/с), увеличивающих потерю тепла испарением пота, и снижающих корреляцию этого показателя с теплоощущением человека.

3.2.5. Величины ТНС – индекса, определённые на основе установления их взаимосвязи с показателями теплового состояния человека, могут использоваться для оценки нагревающего микроклимата, опреде-

ления класса условий труда как в помещениях (вне зависимости от периода года), так и на открытой местности.

3.2.6. В табл. 3 МУК приведены величины ТНС-индекса (°С), характеризующие классы условий труда с учётом категории выполнения работ, и используемой спецодежды (куртка и брюки из хлопчатобумажной ткани, теплоизоляция комплекта составляет 0,7—0,8 кло (1кло = 0,155 °С $м^2$/Вт).

3.2.7. При использовании иной спецодежды, ухудшающей теплообмен человека с окружающей средой, в частности в результате применения материалов с низкой влаго- и паропроницаемостью, оценку микроклимата следует проводить, используя методы 3,1 и 3,3.

3.2.8. Использование ТНС-индекса не исключает необходимость измерения составляющих микроклимата: относительная влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение.

3.2.9. При низкой влажности воздуха класс условий труда, соответствующий допустимой величине ТНС-индекса, следует принять на 1 балл выше, если влажность воздуха на рабочем месте составляет 10—14 % и на 2 балла выше, если она ниже 10 %.

Таблица 3

**Класс условий труда и соответствующий показатель ТНС-индекса, °С (верхняя граница)**

| Категория работ, энерготраты, Вт | Класс условий труда | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Допустимый* | Вредный | | | | Опасный (экстрем) |
| | | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | |
| Ia, до 139 | 26,4 | 26,6 | 27,4 | 28,6 | 31,0 | >31,0 |
| Iб, 140-174 | 25,8 | 26,1 | 26,9 | 27,9 | 30,3 | >30,3 |
| IIa, 175-232 | 25,1 | 25,5 | 26,2 | 27,3 | 29,9 | >29,9 |
| IIб, 233-290 | 23,9 | 24,2 | 25,0 | 26,4 | 29,1 | >29,1 |
| III, более 290 | 21,8 | 22,0 | 23,4 | 25,7 | 27,9 | >27,9 |
| * Согласно приложению 1 СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» | | | | | | |

**Пример.** На рабочем месте человека, выполняющего работу категории IIа и одетого в х/б куртку и брюки среднесменная величина ТНС-индекса составила 25,8 °С при относительной влажности воздуха 14 %. Следует определить класс условий труда на рабочем месте по параметрам микроклимата. Согласно табл. 3 МУК упомянутая величина (25,8 °С) характеризует класс условий труда как допустимый (2), но принимая во внимание уровень относительной влажности воздуха, его

следует отнести к классу 3,1, а при влажности воздуха ниже 10 % к классу 3.2.[Р 2.2.2006—05].

3.2.10. При движении воздуха > 0,6 м/с, установленную на рабочем месте, величину ТНС-индекса в целях определения класса вредности условий труда следует увеличить на 0,2 °С. В случае использования в качестве профилактического средства воздушного душирования или иных средств, например, использование терморегулирующей охлаждающей системы в спецодежде, направленных на увеличение теплосъёма с поверхности тела человека, установление класса условий труда следует осуществлять по методу 3,1 на основе исследования теплового состояния человека.

3.2.11. При наличии теплового излучения класс условий труда может быть установлен по его величине (интенсивности, Вт/м$^2$ или экспозиционной дозе Вт·ч/м$^2$, Р 2.2.2006—05, табл. 6), если класс условий труда, определённый по уровню теплового излучения выше, чем класс условий труда, установленный по значению ТНС-индекса.

**Пример.** Установлено, что на рабочем месте сталевара уровень теплового излучения составляет 2 000 Вт/м$^2$, а ТНС-индекс – 25,5 °С. Категория выполняемых работ – IIа. Рабочий использует х/б спецодежду с накладками из серошинельного сукна. Согласно таблице 5 [Р 2.2.2006—05], указанная величина ТНС-индекса характеризует класс условий труда как 3,1, а величина теплового излучения (табл. 6) [Р 2.2.2006—05] – как класс – 3,2. Решение по оценке микроклимата принимается, исходя из большего значения класса.

В случае, если рабочий использует спецодежду, изготовленную из металлизированного материала, практически являющимся воздухо- и влагонепроницаемым, оценку класса условий труда следует проводить по методу 3,1 или 3,3, также как и в случае применения материалов с низкой влаго – и паропроницаемостью.

### *3.3. Математический метод (использование уравнения множественной регрессии)*

3.3.1. Математический метод интегральной оценки нагревающего микроклимата позволяет определить влияние комплекса факторов на степень перегревания организма, оцениваемого по величине содержания тепла в организме и его изменению по отношению к комфортному уровню.

3.3.2. Для расчета теплосодержания в организме по уравнению 1 измеряются параметры микроклимата на рабочих местах (температура воздуха, его влажность и скорость движения, тепловое излучение) в со-

ответствии с гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений и учитываются другие факторы, влияющие на теплообмен человека с окружающей средой (тип одежды, энерготраты, продолжительность пребывания на рабочем месте).

3.3.3. Математическая модель (1) для определения теплосодержания (Qт.с., кДж/кг) имеет вид:

$$Q_{т.с.} = 116{,}95 + 0{,}0035\ \tau + 0{,}2771\ T_в + 0{,}02\varphi - 0{,}177\ V_в + 0{,}0017R + 0{,}359\ T_{од.} + 0{,}04\ T_{гу} + 0{,}005\ Из._{од.} + 0{,}0082\ q_{э.т}, \text{ где} \quad (1)$$

$Q_{т.с}$ – содержания тепла в организме человека, кДж/кг;

$\tau$ – время, мин;

$T_в$ – температура воздуха;

$\varphi$ – относительная влажность воздуха, %;

$V_в$ – скорость ветра, м/с;

R – тепловое излучение, Вт/м$^2$;

$T_{од.}$ – тип одежды, балл (0 – плавки, 1 – х/б костюм и нательное бельё, 2 – трёхслойный х/б костюм, 3 – воздухонепроницаемый комбинезон) – $T_{гу}$ – тип головного убора. Балл (0 – без головного убора; 1 – кепка, косынка; 2 – каска; 3 – шлем);

Из. од. – изоляция одежды, %;

$q_{э.т}$ – энерготраты, Вт/м$^2$.

3.3.4. Накопление тепла в организме ($_{\Delta}$Qт.с., кДж/кг) следует определять как разницу между величиной теплосодержания, полученной в результате расчёта по уравнению 1 и величиной теплосодержания в организме, в условиях теплового комфорта – 123,5 кДж/кг.

3.3.5. Класс условий труда определяется по величине накопления тепла в организме ($_{\Delta}$Qт.с., кДж/кг) согласно рисунку 1.

**Пример.** На рабочем месте вальцовщика металлургического производства значения параметров микроклимата составили:

- температура воздуха – 30 °С;
- влажность воздуха – 40 %;
- подвижность воздуха – 0,5 м/с;
- тепловое излучение – 300 Вт/м$^2$.

Продолжительность пребывания на рабочем месте (исключая перерывы на обед, работу и отдых в условиях оптимального или допустимого микроклимата) составляет 240 мин. Рабочий одет в комплект спецодежды тип.1, изоляция поверхности тела (доля поверхности тела, исключенная из влагообмена) составляет 10 %, тип головного убора 1

(кепка). Категория выполняемых работ относится к категории Па (113 Вт/м$^2$).

Следует определить класс вредности условий труда по параметрам микроклимата на рабочем месте вальцовщика.

С этой целью по уравнению 1 определяем величину теплосодержания в организме рабочего:

$$Qт.с. = 116,95 + 0,0035 \cdot 240 + 0,2771 \cdot 30 + 0,02 \cdot 40 - 0,177 \cdot 0,5 + 0,0017 \cdot$$

$$\cdot 300 + 0,359 \cdot 1 + 0,04 \cdot 1 + 0,005 \cdot 10 + 0,0082 \cdot 113 = 128,7 \text{ кДж/кг}$$

Вычитая из этой величины величину теплосодержания, соответствующую комфортному уровню (123,5 кДж/кг), получаем, что накопление тепла в организме вальцовщика составит 5,20 кДж/кг (128,7—123,50). Порядковый номер класса условий труда определяется по рис. 1.

| Класс условий труда | Порядковый номер класса условий труда |
|---|---|
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 3,1 | 3 |
| 3,2 | 4 |
| 3,3 | 5 |
| 3,4 | 6 |
| 4 | 7 |

Исходя из уровня накопления тепла в организме (5,20 кДж/кг), порядковый номер класса составляет 5,75, округляя эту величину согласно математическому правилу (до 6), делаем заключение, что условия труда на рабочем месте вальцовщика соответствуют классу 3.4. При оценке класса условий труда по уравнению 1 следует учитывать, что оптимальная или допустимая величина накопления тепла в организме может быть достигнута в результате низкой влажности, обеспечивающей увеличение теплопотерь за счёт испарения влаги, выделяемой человеком, которое, однако, не предотвращает напряжение реакций терморегуляции.

Исходя из этого, класс условий труда при влажности воздуха 10—14 % оценивается как 3,1, а при влажности менее 10 % – как 3,2

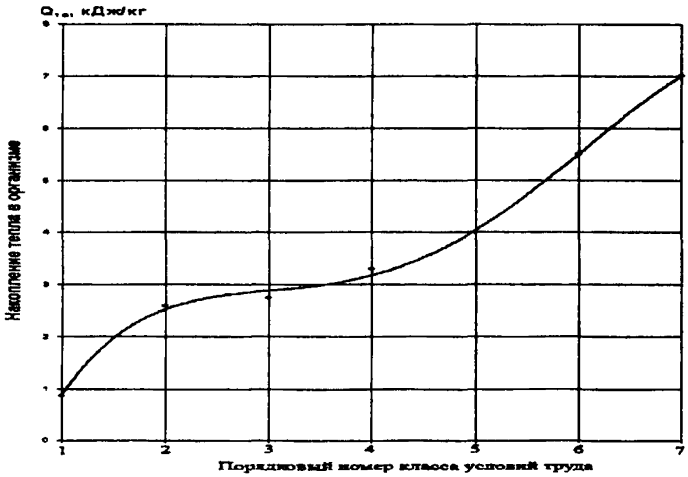



**Рис. 1.** Накопление тепла в организме человека и соответствующий ему порядковый номер класса условий труда

## Список литературы

1. СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

2. Методические указания МУК 4.3.1895—04, «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания».

3. ГОСТ 12.4.176—89 (ст. СЭВ 6350—88) «Одежда специальная для защиты от теплового излучения. Требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека».

4. Р 2.2.2006—05. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация усло-

gost.e-ecolog.ru