ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 11079— 2015

Эргономика термальной среды

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА И ЕГО ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕБУЕМОЙ ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ ОДЕЖДЫ И ЛОКАЛЬНОГО ОХЛАЖДАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

(ISO 11079:2007, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика, психология труда и инженерная психология»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 октября 2015 г. № 1504-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 11079:2007 «Эргономика термальной среды. Определение холодового стресса и его интерпретация на основе показателей требуемой термоизоляции одежды (IREQ) и локального охлаждающего воздействия» (ISO 11079:2007 «Ergonomics of the thermal environment — Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных и европейского регионального стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и обозначения 2
4 Принципы методов оценки 4
5 Общее охлаждение 4
6 Локальное охлаждение 9
7 Практическая оценка холодной среды и ее интерпретация 10
Приложение А (обязательное) Вычисление показателей температурного баланса 12
Приложение В (справочное) Физиологические критерии пребывания в холодной среде 15
Приложение С (справочное) Скорость метаболизма и тепловые свойства одежды 17
Приложение D (справочное) Охлаждающее воздействие ветра 20
Приложение Е (справочное) Примеры оценки IREQ 22
Приложение F (справочное) Компьютерная программа для вычисления IREQ 31
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам 32
Библиография 33

Введение

С охлаждением ветром обычно сталкиваются в местностях с холодным климатом, а также при работе в помещении с низкой температурой. Низкие температуры создают опасность нарушения теплового баланса тела. С помощью правильного подбора одежды люди могут управлять теплопотерями тела для того, чтобы уравновесить обмен теплом с окружающей средой. Методика, представленная в настоящем стандарте, основана на оценке термоизоляции одежды, требуемой для поддержания теплового баланса тела. В используемом уравнении теплового баланса учтены результаты последних научных исследований теплообмена на поверхности кожи человека, а также на поверхности одежды.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика термальной среды

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА И ЕГО ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕБУЕМОЙ ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ ОДЕЖДЫ И ЛОКАЛЬНОГО ОХЛАЖДАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ergonomics of the thermal environment. Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation and local cooling effects

Дата введения — 2016—12—01

1 Область применения

В настоящем стандарте установлены методы оценки температурного стресса, связанного с пребыванием в холодной среде. Эти методы относятся к непрерывному, временному и случайному пребыванию на холоде, а также к работам в закрытых помещениях или на открытом воздухе. Стандарт неприменим к конкретным воздействиям, связанным с метеорологическими явлениями (например, с атмосферными осадками), которые исследуют другими методами.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 7726 Эргономика термальной среды. Инструменты для измерения физических величин (ISO 7726, Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities)

ИСО 8996 Эргономика термальной среды. Определение скорости обмена веществ (ISO 8996, Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate)

ИСО 9237 Материалы текстильные. Определение воздухопроницаемости тканей (ISO 9237, Textiles — Determination of the permeability of fabrics to air)

ИСО 9920 Эргономика термальной среды. Оценка термоизоляционных и пароизоляционных свойств комплектов одежды (ISO 9920, Ergonomics of the thermal environment — Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble)

ИСО 13731 Эргономика термальной среды. Термины и обозначения (ISO 13731, Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols)

ИСО 13732-3 Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть 3: Контакт с холодными поверхностями (ISO 13732-3, Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 3: Cold surfaces)

ИСО 15831 Одежда. Физиологические эффекты. Измерение теплоизоляции с помощью термоманекена (ISO 15831, Clothing — Physiological effects — Measurement of thermal insulation by means of a thermal manikin)

ЕН 511 Защитные перчатки от холода (EN 511, Protective gloves against cold)

Издание официальное

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 13731, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **холодовой стресс** (cold stress): Состояние организма в климатических[1)] условиях, при котором теплопотери тела незначительно или существенно выше теплопотерь, необходимых для поддержания/сохранения теплового баланса, в результате чего возникает физиологическое напряжение, приводящее к значительным, а иногда непоправимым последствиям (недостаток тепла).

3.1.2 **тепловой стресс** (heat stress): Состояние организма в климатических условиях, при котором теплопотери тела незначительно или существенно ниже теплопотерь, необходимых для поддержания/сохранения теплового баланса, в результате чего возникает физиологическое напряжение, приводящее к значительным, а иногда непоправимым последствиям (избыток тепла).

3.1.3 **IREQ** (IREQ): Термоизоляция одежды, требуемая для сохранения теплового баланса тела на заданном уровне физиологического напряжения.

3.1.4 **термонейтральная зона** (thermoneutral zone): Температурный интервал, в пределах которого, тело поддерживает тепловой баланс исключительно за счет вазомоторных реакций.

3.1.5 **температура охлаждения ветром** (wind chill temperature): Эквивалентная температура, характеризующая охлаждающее воздействие ветра на локальный сегмент кожи.

3.2 Обозначения

A_{Du} — площадь поверхности тела по методу Дюбуа, м^2;

ap — воздухопроницаемость, л/(м^2·с);

C — тепловой поток[2)] (при теплообмене) за счет конвекции, Вт/м^2;

c_e — удельная теплота парообразования, Дж/кг,

c_p — удельная теплота сухого воздуха при постоянном давлении, Дж/(кг·К);

C_{res} — тепловой поток (при теплообмене) за счет конвекции при дыхании (теплопотеря/ теплообмен), Вт/м^2;

D_{lim} — продолжительность безопасного пребывания в холодной/горячей среде, ч;

D_{rec} — время восстановления, ч;

E — тепловой поток (при теплообмене) на поверхности кожи, Вт/м^2;

E_{res} — тепловой поток (при теплообмене) за счет испарения при дыхании (теплопотеря), Вт/м^2;

f_{cl} — коэффициент термозащиты тела для заданного комплекта одежды, безразмерная величина;

h_c — коэффициент теплопередачи за счет конвекции, Вт/(м^2·К);

h_r — коэффициент теплопередачи за счет излучения, Вт/(м^2·К);

I_a — пограничный слой термоизоляции, м^2·К/Вт;

$I_{a,r}$ — результирующий пограничный слой термоизоляции, м^2·К/Вт;

I_{cl} — базовый коэффициент термоизоляции одежды, м^2·К/Вт;

$I_{cl,r}$ — результирующий коэффициент термоизоляции одежды, м^2·К/Вт;

I_T — базовый коэффициент полной термоизоляции, м^2·К/Вт ;

[1)] В том числе условия окружающей среды внутри помещений.

[2)] Тепловой поток — скорость, с которой теплота проходит данную поверхность (ИСО 80000-5:2007).

$I_{T,r}$ — результирующий коэффициент полной термоизоляции, м^2·К/Вт;

i_m — индекс влагопроницаемости, безразмерная величина;

IREQ — требуемая термоизоляция одежды (коэффициент), м^2·К/Вт;

$IREQ_{min}$ — минимальная требуемая термоизоляция одежды (коэффициент), м^2·К/Вт;

$IREQ_{neutral}$ — нейтральная требуемая термоизоляция одежды (коэффициент), м^2·К/Вт;

K — тепловой поток (при теплообмене) за счет теплопроводности, Вт·м$^{-2}$;

M — скорость метаболизма, Вт/м;

p_a — парциальное давление водяного пара, кПа;

p_{ex} — давление насыщенного водяного пара при температуре выдыхаемого воздуха, кПа;

p_{sk} — давление водяного пара при температуре кожи, кПа;

$p_{sk,s}$ — давление насыщенного водяного пара на поверхности кожи, кПа;

Q — удельная теплота, полученная или потерянная телом, кДж/м^2;

Q_{lim} — предельное значение для Q, кДж/м^2;

R — тепловой поток (при теплообмене) за счет излучения, Вт/м^2;

$R_{e,T}$ — полное значение пароизоляции одежды и пограничного воздушного слоя, м^2·кПа/Вт;

S — скорость накопления тепла телом человека, Вт/м^2;

t_a — температура воздуха, °С;

t_{cl} — температура поверхности одежды, °С;

t_{ex} — температура выдыхаемого воздуха, °С;

t_o — рабочая температура, °С;

t_r — радиационная температура[1], °С;

t_{sk} — локальная температура кожи, °С;

$\bar{t}_{sk}$ — средняя температура кожи, °С;

t_{wc} — температура охлаждения ветром, °С;

V — интенсивность вентиляции легких, кг/с;

v_{10} — скорость ветра, измеренная на уровне 10 м над поверхностью земли, м/с;

v_a — скорость воздуха, м/с;

v_w — скорость ходьбы, м/с;

W — эффективная механическая мощность, Вт/м^2;

w — увлажненность кожи, безразмерная величина;

W_a — коэффициент влажности вдыхаемого воздуха[2], безразмерная величина;

W_{ex} — коэффициент влажности выдыхаемого воздуха[2], безразмерная величина;

σ — постоянная Стефана-Больцмана;

ε_{cl} — коэффициент, характеризующий излучательную способность поверхности одежды, безразмерная величина.

[1] $\bar{t}_r$ — средняя радиационная температура.

[2] Определяемый формулой: кг воды/кг сухого воздуха.

4 Принципы методов оценки

Холодовой стресс оценивают по общему охлаждению тела и локальному охлаждению конкретных частей тела (например, конечностей и лица). Определяют следующие типы холодового стресса.

a) Общее охлаждение

В разделе 5 представлен аналитический метод анализа общего охлаждения для оценки и интерпретации температурного стресса. Он основан на расчете теплообмена тела и требуемой термоизоляции одежды (IREQ) для поддержания теплового баланса, и термоизоляции, обеспечиваемой комплектом одежды, используемым или предполагаемым к использованию.

b) Локальное охлаждение

1) охлаждение за счет конвекции (охлаждение ветром),
2) охлаждение за счет теплопроводности (при контакте),
3) охлаждение конечностей,
4) воздушное охлаждение.

Методы оценки локального охлаждения приведены в разделе 6. Критерии и предельные значения также приведены в разделе 6 и приложении В.

В следующих разделах приведены основные этапы оценки охлаждения.

5 Общее охлаждение

5.1 Краткий обзор

В данном разделе приведено общее уравнение теплового баланса тела. Определяющие факторы в этом уравнении — тепловые свойства одежды, генерация тепла телом человека и физические характеристики окружающей среды. Приведено уравнение для определения требуемой термоизоляции одежды (IREQ), обеспечивающей поддержание теплового баланса на основе конкретных критериев физиологического напряжения. Далее IREQ сопоставляют с защитой (термоизоляцией), обеспечиваемой рабочей одеждой. Если термоизоляция применяемого комплекта одежды меньше, чем требуется, вычисляют безопасную продолжительность пребывания в холодной среде (D_{lim}) на основе допустимых уровней охлаждения тела. Формулы, коэффициенты и критерии приведены в приложениях А и В.

Метод состоит из следующих этапов, схематично представленных на рисунке 1:

- измерение тепловых параметров окружающей среды;
- определение уровня активности (скорость метаболизма) человека;
- вычисление значения IREQ;
- сравнение значения IREQ с текущей термоизоляцией, обеспечиваемой используемой одеждой;
- анализ условий для обеспечения теплового баланса и вычисление рекомендуемой максимальной продолжительности пребывания в холодной среде (D_{lim}).

5.2 Определение требуемой термоизоляции одежды IREQ

Коэффициент требуемой термоизоляции одежды IREQ — результирующий коэффициент термоизоляции одежды, требуемой в фактических условиях окружающей среды для поддержания теплового равновесия тела с приемлемым уровнем температуры тела и кожи.

IREQ является:

a) мерой холодового стресса, вызванного воздействием температуры воздуха, средней радиационной температуры, относительной влажности и скорости воздуха для определенных уровней скорости обмена веществ (метаболизма);

b) методом анализа воздействия тепловой среды и скорости обмена веществ человеческого тела;

c) методом определения требований к термоизоляции одежды и последующего выбора одежды для использования в реальных условиях;

d) методом анализа изменений параметров теплового баланса для улучшения планирования рабочего времени и режимов работы в холодных условиях.

5.3 Обоснование формулы для IREQ

5.3.1 Общее уравнение теплового баланса

Вычисление IREQ основано на рациональном анализе теплообмена человека с окружающей средой. Следующие пункты охватывают общие принципы вычисления различных показателей, влияющих на IREQ.

Общее уравнение теплового баланса [уравнение (1)] имеет вид:

$$M - W = E_{res} + C_{res} + E + K + R + C + S, \quad (1)$$

где левая сторона уравнения отражает генерацию внутреннего тепла, а правая сторона — сумму теплопотерь от теплообмена через дыхательные пути, теплообмена на поверхности кожи и тепла, накапливающегося в теле человека. Переменные уравнения (1) определены ниже. Значения символов приведены в 3.2.

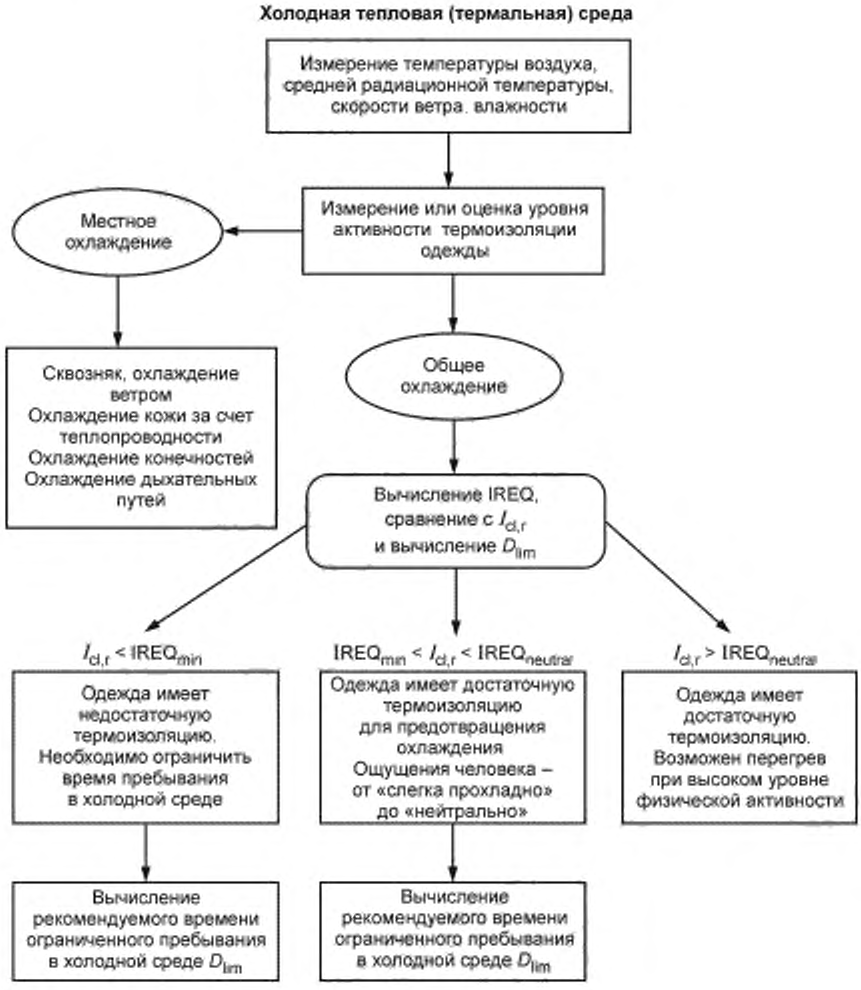


Рисунок 1 – Процедура для оценки холода окружающей среды

5.3.2 Скорость метаболизма

M является скоростью метаболизма, которая может быть определена в соответствии со стандартом ИСО 8996.

5.3.3 Эффективная механическая мощность

W — эффективная механическая мощность. В большинстве случаев в условиях производства она мала и ей можно пренебречь. Также см. ИСО 8996.

5.3.4 Теплообмен через дыхательные пути

Теплопотери через дыхательные пути происходят за счет нагрева и насыщения влагой вдыхаемого воздуха, и являются суммой теплопотерь за счет конвекции (C_{res}) и испарения (E_{res}), определяемых, соответственно, по формулам:

$$C_{res} = c_p V(t_{ex} - t_a)/A_{Du}, \quad (2)$$

$$E_{res} = c_e V(W_{ex} - W_a)/A_{Du}. \quad (3)$$

5.3.5 Теплообмен за счет испарения

Теплообмен за счет испарения *E* определяют по формуле

$$E = (p_{sk} - p_a) / R_{e,T}. \quad (4)$$

5.3.6 Теплообмен за счет теплопроводности

Теплообмен за счет теплопроводности *K* зависит от площади частей тела, находящихся в прямом контакте с внешними поверхностями. Несмотря на то, что такой теплообмен может иметь существенное значение для обеспечения локального теплового баланса, общие теплопотери за счет теплопроводности обычно достаточно малы и могут быть учтены в уравнениях для теплообмена за счет конвекции и излучения.

5.3.7 Теплообмен за счет излучения

Теплообмен за счет излучения *R* между поверхностью одежды, включая обнаженную кожу, и окружающей средой определяют по формуле

$$R = f_{cl} \cdot h_r \cdot (t_{cl} - \overline{t_r}). \quad (5)$$

5.3.8 Теплообмен за счет конвекции

Теплообмен за счет конвекции *C* между поверхностью одежды, включая обнаженную кожу, и окружающей средой определяют по формуле

$$C = f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a). \quad (6)$$

5.3.9 Теплообмен через одежду

Теплообмен через одежду происходит за счет теплопроводности, конвекции, излучения и переноса испарений пота. Влияние одежды на теплообмен за счет испарения описывает уравнение (4). Влияние одежды на сухой теплообмен, не учитывающий испарения, зависит от термоизоляции комплекта одежды и температурного градиента поверхности кожи, контактирующей с одежде. Сухой тепловой поток к поверхности одежды равен тепловому потоку между поверхностью одежды и окружающей средой. Поэтому теплообмен через одежду характеризуется результирующим коэффициентом термоизоляции одежды:

$$\frac{\overline{t_{sk}} - t_a}{I_{cl}} = R + C = M - W - E_{res} - C_{res} - E - S. \quad (7)$$

5.4 Вычисление IREQ

На основе уравнений (1)—(7) в установившемся состоянии и гипотезы относительно теплового потока за счет теплопроводности, значение коэффициента требуемой термоизоляции одежды IREQ вычисляют по формуле (8):

$$IREQ = \frac{\overline{t_{sk}} - t_a}{R + C}. \quad (8)$$

Уравнения (7) и (8) отражают сухой теплообмен на поверхности одежды в условиях теплового баланса тела, и отражает связь между $I_{cl,r}$ и IREQ. Значение $I_{cl,r}$ — это значение коэффициента термоизоляции одежды, скорректированное с учетом влияния проникновения ветра и уровня активности человека, а также воздухопроницаемости внешнего слоя одежды. Значение IREQ — это значение коэффициента термоизоляции, требуемой для поддержания теплового баланса тела.

Уравнение (8) содержит два неизвестных (IREQ и t_{cl}). Поэтому оно может быть преобразовано относительно t_{cl} следующим образом

$$t_{cl} = \text{[illegible]} - \text{IREQ} \cdot (M - W - E_{res} - C_{res} - E). \quad (9)$$

Этим выражением заменяют t_{cl} в уравнении (8), где формулы для R и C содержат t_{cl} [см. формулы (5) и (6)]. Затем значение IREQ, которое удовлетворяет уравнению (8), вычисляют методом последовательных итераций. Для этой цели в приложении F приведена ссылка на компьютерную программу. Показатель IREQ выражают в м^2·К/Вт, но он также может быть выражен в кло[1)].

5.5 Интерпретация IREQ

5.5.1 IREQ как индекс холода

Показатель IREQ является мерой термального стресса, возникающего под влиянием генерации телом человека внутреннего тепла и теплообмена с окружающей средой. Чем больше охлаждающее воздействие среды, тем выше значение IREQ при любом заданном уровне активности. При любом заданном сочетании окружающих климатических условий холодовой стресс, и тем самым IREQ, уменьшаются при возрастании физической активности, поскольку в таком случае для сохранения теплового баланса требуется дополнительное рассеивание метаболического тепла.

5.5.2 IREQ и физиологическое напряжение

Тепловое равновесие может быть достигнуто на различных уровнях терморегуляции, определенных для заданных значений средней температуры кожи, потоотделения (увлажненности кожи) и допустимого изменения температуры тела.

IREQ определяют на следующих двух уровнях физиологического напряжения:

a) IREQ_{min} определяет минимальное значение коэффициента термоизоляции, требуемой для поддержания теплового баланса тела на нижнем уровне средней температуры тела. Минимальное значение IREQ характеризует некоторое охлаждение тела, в особенности периферийных частей тела. При длительном пребывании на холоде охлаждение конечностей может стать ограничивающим фактором для продолжительности пребывания в холодной среде.

b) $\text{IREQ}_{neutral}$ определяют как значение коэффициента термоизоляции, требуемой для обеспечения условий теплового комфорта человека, т. е. теплового баланса тела, поддерживаемого на нормальном уровне средней температуры тела. Этот уровень означает отсутствие или минимальное охлаждение человеческого тела.

Соответствующие физиологические критерии приведены в приложении В.

5.5.3 IREQ и термоизоляция одежды

Значение IREQ — результирующее значение коэффициента термоизоляции одежды, которая требуется для реальных условий. Оно может служить основой для оценки защиты, обеспечиваемой используемой одеждой, или в качестве ориентира для подбора соответствующей одежды. Значение IREQ сравнивают с результирующей величиной термоизоляции выбранного комплекта одежды. Детальное описание такого сопоставления приведено в 5.6.

5.5.4 IREQ и планирование условий и режима физической активности

Любой из параметров уравнения теплового баланса может быть изменен, а рассчитанное значение IREQ укажет на относительную значимость этого конкретного параметра.

5.6 Сопоставление IREQ с термоизоляцией выбранного комплекта одежды

Основная цель метода IREQ состоит в том, чтобы проанализировать, обеспечивает ли выбранная одежда ту степень термоизоляции, которая достаточна для обеспечения определенного уровня теплового баланса. Наиболее часто используемое значение коэффициента термоизоляции комплекта одежды — значение базового коэффициента термоизоляции I_{cl} (см. ИСО 9920). Чтобы использовать эту

[1)] 1 кло = 0,155 м^2·К/Вт.

информацию для сравнения с IREQ, это значение должно быть скорректировано с учетом нескольких факторов. Скорректированное значение $I_{cl,r}$ нельзя получить из справочной информации, поскольку оно зависит от условий использования. Поэтому оно должно быть определено на основе доступной информации о конкретной одежде (базовая термоизоляция, воздухопроницаемость), скорости ветра и уровне физической активности.

Значения базового коэффициента термоизоляции комплекта одежды и воздухопроницаемости должны быть определены в соответствии с ИСО 9920. Примеры значений приведены в приложении С. Заключительные корректирующие алгоритмы приведены в приложении А.

Значение $I_{cl,r}$ сравнивают с рассчитанным значением IREQ для заданных условий и критериев. Для дальнейшей интерпретации используют следующие неравенства:

$I_{cl,r} > IREQ_{neutral}$ — ощущение избыточного тепла, зона перегрева (термоизоляция одежды должна быть уменьшена);

$IREQ_{min} \leq I_{cl,r} \leq IREQ_{neutral}$ — нейтральные ощущения, зона терморегуляции (не требуется никаких действий);

$I_{cl,r} < IREQ_{min}$ — ощущения холода, зона охлаждения (термоизоляция одежды должна быть увеличена или необходимо вычислить D_{lim} (см. 5.7)).

Интервал между $IREQ_{min}$ и $IREQ_{neutral}$ можно рассматривать как зону регуляции или выбора соответствующей одежды, в которой каждый человек выбирает необходимый уровень защиты. При значениях коэффициента термоизоляции ниже, чем $IREQ_{min}$, существует опасность быстрого переохлаждения тела. При значениях коэффициента термоизоляции выше, чем $IREQ_{neutral}$, условия являются слишком теплыми, и может произойти перегрев организма. При определении окончательной оценки результат может быть представлен значением базового коэффициента термоизоляции, необходимой для заданных условий (см. приложение Е).

5.7 Определение и вычисление продолжительности безопасного пребывания в холодной среде, D_{lim}

Если значение скорректированного коэффициента термоизоляции выбранного или используемого комплекта одежды меньше, чем требуемое расчетное значение IREQ, то для предотвращения прогрессирующего переохлаждения тела продолжительность пребывания в холодной среде должна быть ограничена конкретным временем. Определенное сокращение запасов тепла тела (Q) является приемлемым во время пребывания в холодной среде в течение нескольких часов и может быть использовано для вычисления продолжительности безопасного пребывания в холодной среде, если уровень запасов тепла известен.

Продолжительность безопасного пребывания в холодной среде (D_{lim}), определяют, как рекомендуемое максимальное время пребывания в холодной среде в доступной или выбранной одежде. D_{lim} и вычисляют по формуле (10):

$$D_{lim} = \frac{Q_{lim}}{S}, \tag{10}$$

где Q_{lim} — предельное значение Q (см. приложение В), и S вычисляют по формуле

$$S = M - W - E_{res} - C_{res} - E - R - C. \tag{11}$$

Поскольку формула (11) содержит неизвестное t_{cl}, его находят методом последовательных итераций:

$$t_{cl} = t_{sk} - I_{cl,r} \cdot (M - W - E_{res} - C_{res} - E - S). \tag{12}$$

Выражение (12) аналогично (9), с тем лишь различием, что (9) используют в устойчивом (стационарном) состоянии для вычисления требуемой термоизоляции одежды IREQ, а (12) — в реальных условиях, когда термоизоляция одежды известна.

Значение D_{lim} должно быть вычислено по $IREQ_{neutral}$ (по умолчанию) (см. 5.5.2). Могут быть выбраны и другие значения тепловых ощущений [см. 5.5.2, b)]. Если в начале пребывания в холодных

условиях рабочий имел определенный недостаток тепла, продолжительность безопасного пребывания в холодной среде должна быть соответственно уменьшена.

После некоторого пребывания человека в условиях охлаждения тела ему необходимо предоставить период восстановления для возобновления нормального теплового баланса тела. Время восстановления (D_{rec}) вычисляют таким же образом как D_{lim}, заменяя «холодные условия» условиями пребывания в течение периода восстановления. Другими словами:

$$D_{rec} = Q_{lim} / S, \quad (13)$$

где S — (положительная) скорость пополнения тепла тела, вычисленная по формуле (11) для условий периода восстановления.

Так как восстановление, как предполагают, начинается, когда тело достигло определенного недостатка тепла, значение Q_{lim} должно быть тем же самым, что и для вычисления D_{rec}/D_{lim}. Вычисление D_{rec} требует повторного определения, если в течение периода восстановления меняют одежду, так как значение S для разных комплектов одежды различно.

Физиологические критерии, которые необходимо использовать в расчетах, представлены в приложении В, а примеры применения D_{lim} и D_{rec} — в приложении Е.

6 Локальное охлаждение

6.1 Общие положения

Локальное охлаждение частей тела, особенно рук, ног и головы, может привести к дискомфорту, снижению производительности труда и даже обморожению. Объем знаний о реакции организма человека на локальное охлаждение недостаточен для создания единого метода оценки. Предложено несколько подходов к такой оценке, и на эту тему проводятся исследовательские работы.

Холодную окружающую среду внутри помещения относительно легко изменить с помощью инженерных решений. Легкая, стационарная работа делает человека более восприимчивым к неприятным воздействиям локального охлаждения, вызванных, например, сквозняком или теплопотерями за счет излучения. Рекомендуется уделять особое внимание оценке дискомфорта.

Холодную окружающую среду вне помещения определяют погода и климат, а защитные меры в основном состоят в подборе и регулировке оптимальной одежды и/или в контроле продолжительности пребывания в холодной среде. Все виды локального холодового стресса могут возникнуть одновременно независимо друг от друга.

6.2 Охлаждение за счет конвекции

При сочетании низкой температуры и ветра потери тепла от нагретых поверхностей возрастают. Соответственно, незащищенные части тела, такие как лицо и иногда руки, могут охладиться очень быстро и достигнуть низких температур со значительным риском получения травмы. Для оценки локального холодового стресса, вызванного теплопотерями за счет конвекции и теплового излучения с поверхности обнаженной кожи, используют соотношение (14):

$$R + C = h_r (t_{sk} - \bar{t}_r) + h_c (t_{sk} - t_a). \quad (14)$$

Температура охлаждения ветром t_{wc} является эквивалентной температурой, которая характеризует охлаждающее влияние ветра на кожу. Значение t_a получают из соотношения (14) при заданных сочетаниях скорости ветра и теплопотерь человека.

Выражение, которое необходимо использовать для оценки t_{wc}, приведено в приложении D.

6.3 Охлаждение за счет теплопроводности

Контакт с холодными поверхностями приводит к быстрому теплообмену между теплой кожей и холодной поверхностью. Опасность переохлаждения тканей или, в худшем случае, локального обморожения должна быть оценена в соответствии с ИСО 13732-3.

6.4 Охлаждение конечностей

Даже в термически нейтральных условиях конечности, в частности руки, могут пострадать от переохлаждения. Это зависит в значительной степени от местных климатических условий, локальной защиты и притока тепла, обеспечиваемого циркуляцией крови. Последний фактор во многом зависит от общего теплового баланса. Если тепловой баланс отрицательный, как например, в случае, когда коэффициент термоизоляции защитной одежды не соответствует IREQ, кровоток в конечностях снижается из-за сужения сосудов. Это может уменьшить приток тепла до очень низкого уровня. В результате этого, конечности, в частности пальцы рук и ног, могут постепенно охладиться до недопустимо низкой температуры.

Охлаждение конечностей предотвращают или уменьшают, применяя адекватную защиту, например, термоизоляционные перчатки и обувь. Методы испытаний для определения термоизоляции перчаток должны соответствовать ЕН 511. Требуемая термоизоляция для различных условий ношения одежды также приведена в ЕН 511.

Охлаждение рук необходимо оценивать с помощью методов и процедур, приведенных в ЕН 511.

Также охлаждение конечностей можно оценивать прямыми измерениями температуры кожи. Рекомендуемые критерии и температурные уровни приведены в приложении В.

6.5 Охлаждение дыхательных путей

Вдыхание воздуха при низких температурах охлаждает мембраны стенок дыхательных путей и может причинить вред тканям организма. Охлаждение является более выраженным при больших объемах вдыхаемого воздуха (например, при высокой физической активности).

Рекомендации для самых низких температур вдыхаемого воздуха приведены в приложении В.

7 Практическая оценка холодной среды и ее интерпретация

7.1 Общие положения

В следующих подразделах описаны процедуры определения значений IREQ, D_{lim} и локальных охлаждающих эффектов.

7.2 Процедура по определению IREQ и D_{lim}

Процедура оценки холодной среды установлена в этапах от a) до g) и приведена схематично на рисунке 1.

Примечание — Для полноценной оценки шагов от c) до f) в приложении F дана ссылка на компьютерную программу.

a) Измеряют или оценивают следующие климатические параметры в соответствии с ИСО 7726:
- температуру воздуха;
- среднюю радиационную температуру;
- скорость воздуха (ветра);
- влажность.

Температуру воздуха и среднюю радиационную температуру можно заменить рабочей температурой, если она рассчитана как их средневзвешенное значение, используя соответственно коэффициенты теплопередачи за счет конвекции и излучения. Содержание влаги в воздухе при низкой температуре очень мало, поэтому при температурах ниже минус 5 °С может быть использовано стандартное значение относительной влажности 50 %.

b) Определяют скорость метаболизма в соответствии с требованиями ИСО 8996. Значения для выбранных примеров физической активности приведены в приложении С.

c) Определяют коэффициент внешних работ. Для большинства типов ручного труда и перемещений по земле, коэффициент работы может быть принят равным 0.

d) Определяют базовый коэффициент термоизоляции защитной одежды от холода для использования в соответствии с требованиями ИСО 15831 или из соответствующих таблиц, приведенных в ИСО 9920 и в приложении С. Программы, указанные в приложении F, могут быть использованы для расчета результирующего коэффициента термоизоляции одежды, $I_{cl,r}$ (см. приложение С).

e) Рассчитывают IREQ из уравнения (8). В случае пребывания и работы в холодных условиях с перерывами (например, фиксированная схема режима труда и отдыха), IREQ рассчитывают для каждого отдельного периода работы и покоя, а затем рассчитывают средневзвешенное значение по времени, как минимум за 1 ч. Индивидуальный срок может зависеть от организации и характера работ, но должен быть не менее 15 мин.

f) Оценивают условия теплового баланса, сравнивая IREQ с скорректированным значением коэффициента термоизоляции одежды $I_{cl,r}$.

Рассматривают три случая:

1) $I_{cl,r} > IREQ_{neutral}$

Выбранный комплект одежды обеспечивает более чем достаточную термоизоляцию. Слишком большая термоизоляция может увеличить риск перегрева, вызвать чрезмерную потливость, поглощение влаги одеждой и привести к опасности прогрессирующего переохлаждения (гипотермии). В таких условиях термоизоляция одежды должна быть снижена.

2) $IREQ_{min} \le I_{cl,r} \le IREQ_{neutral}$

Выбранный комплект одежды обеспечивает достаточную термоизоляцию. Уровень физиологического напряжения может изменяться от высокого до низкого, а восприятие температурных условий от «слегка прохладно» до «нейтрально». В таких условиях не требуется предпринимать никаких действий, за исключением дальнейшей оценки воздействия локального охлаждения.

3) $I_{cl,r} < IREQ_{min}$

Выбранный комплект одежды не обеспечивает достаточную термоизоляцию, чтобы предотвратить охлаждение тела. Растет риск гипотермии (переохлаждения) при продолжительном пребывании в холодной среде. В таких условиях.

термоизоляция одежды должна быть увеличена;

ii) должно быть выбрано ограниченное по времени пребывание в таких условиях, и должно быть вычислено значение D_{lim} [см. g), ниже].

g) Если значение $I_{cl,r}$ меньше, чем значение $IREQ_{neutral}$, определяют значения безопасной продолжительности пребывания в холодной среде (D_{lim}) и необходимого времени восстановления (D_{rec}). Если во время восстановления одежду меняют, то необходимо выполнить вычисления заново. По умолчанию D_{lim} и D_{rec} вычисляют для нейтральных условий.

Индекс IREQ применяют к прохладным и холодным средам. Данный индекс рекомендовано использовать в следующих пределах изменений основных параметров:

$t_a \le 10$ °C;

0,4 м/с $\le v_a \le$ 18 м/с;

$I_{cl} > 0{,}078$ м$^2 \cdot$ К/Вт (0,5 кло).

7.3 Локальное охлаждение

В холодных средах всегда есть риск локального холодового стресса. С этой проблемой имеют дело согласно следующему:

- охлаждение за счет конвекции (см. приложение D);
- охлаждение за счет теплопроводности (см. ИСО 13732-3);
- охлаждение конечностей (см. ЕН 511);
- охлаждение дыхательных путей (см. приложение В).

Приложение А
(обязательное)

Вычисление показателей температурного баланса

А.1 Общие положения

Формулы, коэффициенты и значения для вычисления различных форм теплообмена, представленные в данном приложении, рекомендовано применять только в пределах значений основных параметров. Они основаны на недавних результатах экспериментальных исследований (см. библиографию). Применяемые символы и единицы измерения приведены в подразделе 3.2.

А.2 Теплопотери при дыхании

Теплопотери при дыхании связаны с M и их рассчитывают по формулам для теплопотерь за счет конвекции и испарения при дыхании, представленным ниже.

$$E_{res} = 0{,}0173 \cdot M \cdot (p_{ex} - p_a), \tag{А.1}$$

$$C_{res} = 0{,}0014 \cdot M \cdot (t_{ex} - t_a), \tag{А.2}$$

$$t_{ex} = 29 + 0{,}2 \cdot t_a. \tag{А.3}$$

Предполагают, что выдыхаемый воздух насыщен водяными парами и имеет температуру (t_{ex}), которая связана с температурой вдыхаемого (окружающего) воздуха (t_a) через уравнение (А.3).

А.3 Теплопотери при испарении

Теплопотери при испарении через кожу (E) рассчитывают по формуле

$$E = w \cdot (p_{sk,s} - p_a) / R_{E,T}. \tag{А.4}$$

Фактор увлажненности кожи может быть учтен как увлажненная часть кожи, участвующей в испарительном теплообмене. Переменная w может изменяться приблизительно от 0,06, когда диффузия (воды) через кожу — единственная форма испарения, до 1,0, когда испарение максимально и кожа полностью влажная. Давление насыщенного водяного пара на поверхности кожи $p_{sk,s}$ вычисляют в зависимости от средней температуры кожи по формуле

$$p_{sk,s} = 610{,}78 \cdot e^{\frac{\{17{,}27 t_{sk}\}}{(t_{sk}+239{,}0)}}. \tag{А.5}$$

Среднюю температуру кожи определяют автоматически, как функцию скорости метаболизма (см. приложение С).

А.4 Сопротивление испарению

Значение $R_{e,T}$ вычисляют на основе коэффициента термоизоляции одежды и ее проницаемости для водяного пара. Из-за ограниченного вклада теплопотери от испарения в холодных условиях для определенных уровней физиологического напряжения достаточно следующей приблизительной оценки $R_{e,T}$

$$R_{e,T} = \frac{0{,}06}{i_m}\left(\frac{I_{a,r}}{f_{cl}} + I_{cl,r}\right). \tag{А.6}$$

Выражение в скобах — коэффициент полной термоизоляции. Значение $I_{a,r}$ вычисляют, используя (А.13). Некоторый набор значений для $R_{e,T}$ и i_m приведен в официальных источниках (см. ИСО 9920). Для обычной (паропроницаемой) одежды i_m принимают за 0,38 и уравнение (А.6) принимает вид

$$R_{e,T} = 0{,}16\left(\frac{I_{a,r}}{f_{cl}} + I_{cl,r}\right). \tag{А.7}$$

А.5 Коэффициент термозащиты тела

Во всех расчетах f_{cl} вычисляют по формуле

$$f_{cl} = 1,0 + 1,97 \cdot I_{cl}. \quad (A.8)$$

А.6 Коэффициент теплопередачи за счет конвекции

h_c вычисляют по формуле

$$h_c = \frac{f_{cl}}{I_{a,r}} - h_r. \quad (A.9)$$

Для 0,4 м/с ≤ v_a ≤ 18 м/с и 0 м/с ≤ v_w ≤ 1,2 м/с; $I_{a,r}$ — данный коэффициент определяют с помощью уравнения (А.13).

А.7 Коэффициент радиационной теплопередачи

В окружающей среде с преобладающим низкотемпературным излучением коэффициент радиационной теплопередачи h_r приближенно равен

$$h_r \approx \sigma \cdot \varepsilon_{cl} \frac{(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4}{t_{cl} - t_r}, \quad (A.10)$$

где σ — постоянная Стефана-Больцмана, равная $(5,67 \cdot 10^{-8})$ Вт/(м^2·К^4),

ε_{cl} — коэффициент излучения поверхности одежды.

Коэффициент излучения одежды зависит от температуры источника излучения.

При низкотемпературном излучении коэффициент излучения не зависит от цвета одежды и равен 0,97.

При высокотемпературном излучении (например, для солнечного света), цвет одежды важен, и должно быть выбрано соответствующее значение. Полностью темный слой наружной поверхности может поглощать до 100 Вт/м^2 больше, чем белая поверхность.

А.8 Результирующий коэффициент термоизоляции одежды

Значение базового коэффициента термоизоляции (I_{cl}) выбранного комплекта одежды корректируют с учетом эффекта проникновения ветра и уровня физической активности, принимая во внимание воздушную проницаемость верхнего слоя предметов одежды. Воздухопроницаемость должна быть определена в соответствии с ИСО 9237. После корректировки получают результирующий коэффициент термоизоляции ($I_{cl,r}$), который лучше отражает реальные условия, чем IREQ.

Значение $I_{cl,r}$ вычисляют по формуле (А.11), используя скорректированные значения коэффициента полной термоизоляции [формула (А.12)] и коэффициента термоизоляции пограничного слоя [формула (А.13)]. Значение $I_{cl,r}$ используют для вычисления D_{lim} (см. 5.7).

$$I_{cl,r} = I_{T,r} - \frac{I_{a,r}}{f_{cl}} \quad (A.11)$$

$$I_{T,r} = I_T \cdot [0,54 \cdot e^{(0,575 \cdot \ln(ap) - 0,19v_a - 0,22v_w)} - 0,06 \cdot \ln(ap) + 0,5] \quad (A.12)$$

Соотношения для вычислений сокращения воздушного слоя получены из уравнения (А.12), подставляя ap = 10000 л/(м^2·с) и заменяя I_T значением I_a = 0,085 м^2 · К/Вт. Формула приобретает вид:

$$I_{a,r} = 0,092 \cdot e^{(0,15v_a - 0,22v_w)} - 0,0045. \quad (A.13)$$

Выражения (А.12) и (А.13) применяют для 0,4 м/с ≤ v_a ≤ 18 м/с и 0 м/с ≤ v_w ≤ 1,2 м/с и для условий уравнения (А.14).

Если скорость ходьбы неизвестна или неприменима (стационарная работа), скорость воздуха вокруг тела при выполнении движений, может быть вычислена

$$v_w = 0{,}0052 \cdot (M - 58). \qquad (A.14)$$

Эффект от движений тела ограничен значениями меньше 0,7 м/с.

Уравнение (А.15) необходимо использовать, чтобы определить коэффициент требуемой термоизоляции одежды I_{cl}, как функцию предыдущих уравнений. Это обеспечивает дополнительную оценку необходимой термоизоляции. Необходимые исправления производят с помощью программ и полученный результат — это искомое значение I_{cl}, которое можно сравнить непосредственно с данными из таблиц (см. приложение С) или с данными, полученными с помощью неподвижного термоманекена.

Требуемое значение I_{cl} определяют, заменяя $I_{cl,r}$ в уравнении (А.15) значением IREQ:

$$I_{cl} = \frac{I_{cl,r} + \left[0{,}092\, e^{(0{,}15 v_a - 0{,}22 v_w)} - 0{,}0045\right] / f_{cl}}{\left[0{,}64 e^{(0{,}075 \ln(ap) - 0{,}14 v_a - 0{,}22 v_w)} - 0{,}06 \cdot \ln(ap) + 0{,}6\right]} - 0{,}095 / f_{cl}. \qquad (A.15)$$

Примеры значений базового коэффициента термоизоляции приведены в приложении С.

Приложение В
(справочное)

Физиологические критерии пребывания в холодной среде

В.1 Общее охлаждение

Определены два набора физиологических критериев для идентификации:

a) низкого физиологического напряжения, характеризуемого нейтральным тепловым состоянием организма, что соответствует «нейтральным» тепловым ощущениям;

b) высокого физиологического напряжения, характеризуемого периферийным сужением сосудов и отсутствием регулирующего потоотделения, что соответствует тепловым ощущениям «холодно».

Низкий уровень напряжения соответствует термонейтральным условиям. Тепловой баланс при заданных условиях поддерживается с помощью минимальных энергозатрат организма. В таких условиях человек хочет, чтобы ему было ни теплее, ни холоднее. Всесторонние исследования при комнатных условиях позволили определить наборы критериев комфорта, которые могут быть использованы для определения физиологического теплового комфорта. Уравнения для прогнозирования средней температуры кожи согласуются с результатами исследований в холодных условиях. Для расчетов используют модифицированный набор «критериев комфорта» с точки зрения увлажненности кожи. Значения для предложенных критериев приведены в таблице В.1.

Высокий уровень напряжения соответствует условиям, при которых тепловой баланс поддерживается только из-за сужения сосудов кожи и конечностей. В таких условиях человек почувствовал бы тепловое ощущение «холодно». Такие условия наступают, когда тепловой баланс не может поддерживаться на низком уровне напряжения. В самом начале пребывания в холодных условиях есть начальный период охлаждения от 20 до 40 мин, когда содержание тепла тканей тела, в основном кожи и конечностей, сокращается. Затем тепловое равновесие восстанавливается для высоких значений напряжения средней температуры кожи и увлажненности кожи, данные для которых приведены в таблице В.1. Это соответствует недостатку тепла приблизительно 140 кДж/м^2 по сравнению с напряжением низкого уровня. При поддержании теплового баланса в таких холодных условиях потоотделение отсутствует. Тепловой обмен испарением происходит только за счет кожи (w = 0,06). Это состояние тела совпадает с субъективным тепловым ощущением «холодно» и допустимо длительное пребывание в холодной среде.

В.2 Продолжительность безопасного пребывания (в холодной среде)

Оба уровня напряжения также требуют вычисления D_{lim}.

Если результирующий коэффициент термоизоляции выбранной или используемой одежды ($I_{cl,r}$) меньше, чем $IREQ_{neutral}$, тело не может поддерживать равновесие на определенных уровнях напряжения во время долгого пребывания в холоде. Разница между $I_{cl,r}$ и $IREQ_{neutral}$ приводит к отрицательному коэффициенту сохранения (пополнения запасов) тепла (см. 5.7). D_{lim} для низких условий напряжения подсчитан и соответствует времени, необходимого для потери телом 144 кДж/м^2 тепла.

Для высоких условий напряжения D_{lim} подсчитан на основе разницы между $I_{cl,r}$ и $IREQ_{min}$. Начальные условия предполагают, что тело уже немного охлаждено, и средняя температура кожи понижена (см. таблицу В.1, столбец 2). Дополнительное снижение содержания тепла в теле (144 кДж/м^2) происходит из таких условий.

Таблица В.1 — Предложенные физиологические критерии для определения IREQ и D_{lim} и локального охлаждения

Общее охлаждение	«Высокое напряжение»	«Низкое напряжение»
IREQ	Минимальный	Нейтральный
t_{sk}, °C	t_{sk} = 33,34 – 0,0354·M	t_{sk} = 35,7 – 0,0285·M
w (безразмерная величина)	0,06	w = 0,001·M
D_{lim}	Долгий	Короткий
Q_{lim}, кДж/м^2	144	144
Локальное охлаждение	«Высокое напряжение»	«Низкое напряжение»
Температура охлаждения ветром, t_{wc}	–30	–15
Температура пальца, °C	15	24

Окончание таблицы В.1

Общее охлаждение	«Высокое напряжение»	«Низкое напряжение»
Дыхательные пути:		
Низкая активность ($M \leq 115$ Вт/м^2)	$t_a = -40$	$t_a = -20$
Высокая активность ($M > 115$ Вт/м^2)	$t_a = -30$	$t_a = -15$

В.3 Локальное охлаждение

Значения для предложенных критериев приведены в таблице В.1 для двух уровней напряжения.

Для охлаждения за счет конвекции приведены два значения для эффективной температуры охлаждения (t_{wc}), определенные согласно приложению D.

Показатели охлаждения за счет теплопроводности оценивают в соответствии с ИСО 13732-3.

Охлаждение конечностей оценивают по температуре кожи пальца.

Охлаждение дыхательных путей оценивают по самой низкой температуре воздуха, рекомендуемого для вдыхания. При температурах ниже минус 15 °С для высоких уровней активности (с увеличенным объемом вентиляции легких) рекомендуют использовать защиту органов дыхания. При температурах ниже минус 30 °С настоятельно рекомендуют использовать защиту органов дыхания.

Приложение С
(справочное)

Скорость метаболизма и тепловые свойства одежды

С.1 Генерация тепла за счет метаболизма

Методы определения генерации тепла за счет метаболизма[1)] установлены в ИСО 8996. В таблице С.1 приведены примеры действий и связанных с ними значений генерации тепла за счет метаболизма.

Таблица С.1 — Классификация скорости метаболизма по видам активности (изменено в соответствии с ИСО 8996)

Класс[a]	m, Вт/м^2	Примеры
Отдых	65	Отдых, заседание (поза сидя)
Очень низкая скорость метаболизма	80	Легкая ручная работа (письмо, печатание, таща); осмотр, собрание или сортировка очень легких материалов
Низкая скорость метаболизма	100	Ручная работа (небольшие слесарные инструменты); работа руками (управление транспортным средством в нормальных условиях, управление ножными переключателями или педалями); механическая обработка с электроприборами низкой мощности; легкая прогулка
Скорость метаболизма ниже среднего	140	Работа руками в умеренном темпе; монтаж и сборка легких частей материала
Умеренная (средняя) скорость метаболизма	165	Продолжительная работа руками (забивание гвоздей, сортировка документов); работа с легким оборудованием и инструментами; работа руками и ногами (внедорожная эксплуатация грузовиков, тракторов или строительного оборудования)
Скорость метаболизма выше среднего	175	Работа руками и торсом; работа с отбойным молотком; перемежающаяся обработка относительно тяжелых материалов; толкание или буксирование легких тележек или тачек; ходьба со скоростью от 4 до 5 км/ч; управление снегоходом
Высокая скорость метаболизма	230	Интенсивная работа руками и торсом; перенос тяжелых материалов; работа лопатой; работа кувалдой (кузнечным молотом); заготовка древесины с помощью цепной пилы; скашивание травы вручную; ручные земляные работы; ходьба со скоростью от 5 до 6 км/ч; толкание или буксирование сильно груженных ручных тележек или тачек; обрубка отливок; установка бетонных блоков; управление снегоходом в условиях пересеченной местности
Очень высокая скорость метаболизма	290	Очень интенсивная работа в быстром, почти максимальном темпе; работа с топором; интенсивные ручные земляные работы; подъем по ступеням, трапу или приставной лестнице; быстрая ходьба маленькими шагами; бег; ходьба со скоростью более 6 км/ч; передвижение пешком в глубоком рыхлом снегу
Наивысшая скорость метаболизма (до 1—2 ч)	400	Очень интенсивная деятельность (активность) без остановок; аварийно-спасательные работы высокой интенсивности
[a] Указанная скорость метаболизма подразумевает среднее значение за 60 мин непрерывной работы в смену.		

[1)] При определении скорости метаболизма следует использовать Санитарные правила и нормы по гигиенической классификации категории работ (СанПиН 2.2.4.548—96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». (Прим. пер.)

С.2 Базовая и результирующая термоизоляция

Базовой термоизоляции одежды соответствует значение коэффициента термоизоляции в стандартных (безветренных) условиях. Большая часть значений коэффициента термоизоляции одежды, приведенных в литературе, является значениями базового коэффициента термоизоляции (I_{cl}), измеренными на неподвижном термоманекене при постоянной температуре. В ИСО 9920 приведено большое количество таких значений. Значения I_{cl} для некоторых комплектов одежды представлены в таблице С.2.

Результирующий коэффициент термоизоляции соответствует фактической термоизоляции, обеспечиваемой одеждой в заданных условиях. Движения тела и ветер приводят в движение неподвижные ранее слои воздуха и уменьшают термоизоляцию одежды. Результат зависит от воздухопроницаемости тканей, от дизайна и строения одежды, от типа деятельности и того, как носят одежду. Одежда, изготовленная из ветрозащитной ткани менее подвержена влиянию ветра. Значение IREQ, определяемое настоящим способом, является значением результирующего коэффициента термоизоляции.

Значение I_{cl} и его изменения, например, при движении тела и ветра, — неотъемлемые свойства комплекта одежды и должны быть определены или оценены прежде, чем можно будет сравнивать их с IREQ. Измерение коэффициента термоизоляции одежды на подвижном термоманекене под влиянием ветра обеспечивает более достоверную информацию об эффективной защите (результирующей термоизоляции), обеспечиваемой фактической одеждой в реальной ситуации, и позволяет определить ее соответствие (несоответствие) IREQ.

Примечание — ЕН 342 описывает методику для определения значений коэффициента термоизоляции при ходьбе.

Для интерпретации IREQ значение I_{cl} выбранного комплекта одежды необходимо корректировать с учетом скорости ветра и воздушной проницаемости внешнего слоя (см. приложение А). Скорректированное значение $I_{cl,r}$ используется для сравнения с расчетным значением IREQ.

Предполагается, что расчетное значение IREQ одинаково на всей поверхности тела. Значение IREQ характеризует полное тепловое равновесие тела, которое не обязательно означает, что конечности согреты. К примеру, местный климат и защита влияют на тепловой баланс рук и ног, и часто его следует рассматривать отдельно.

Примечание — ЕН 511 описывает методы оценки защитных свойств перчаток от холода.

С.3 Воздухопроницаемость

Значения воздухопроницаемости различных внешних слоев тканей приведены в ИСО 9920. Большинство типов верхней одежды для улицы изготавливают из ветронепроницаемых тканей, и для таких случаев может быть использовано стандартное значение 8 л/(м^2·с).

С.4 Влагопоглощение

Чрезмерная термоизоляция одежды по сравнению с необходимой ($I_{cl,r} > IREQ_{neutral}$), особенно в сочетании с высокой активностью, приводит к перегреву. Связанные с перегревом потовыделение, потопоглощение и последующее намокание одежды ослабляют свойства термоизоляции и могут нарушить тепловой баланс тела во время длительного пребывания на холоде. В таких условиях у людей должен быть доступ к дополнительной одежде для замены и/или обогреваемому помещению для отдыха.

С.5 Поведение человека и требования к одежде

Вычисление значения IREQ и сопутствующая оценка теплового баланса относятся к среднестатистическому человеку. Интерпретация IREQ с точки зрения необходимой термоизоляции одежды может служить лишь в качестве ориентира для человека. Индивидуальные различия в терминах физиологических возможностей, поведения в одежде и субъективных требований велики. Желательно, чтобы окончательный выбор и подбор одежды для окружающей среды, должны быть сделаны человеком, в соответствии с его опытом, потребностями и предпочтениями.

Таблица С.2 — Значения базового коэффициента термоизоляции (I_{cl}) некоторых комплектов одежды, измеренные на термоманекене (в соответствии с ИСО 9920)

Комплект одежды	I_{cl}	
	м^2·К/Вт	clo
1 Шорты, рубашка с коротким рукавом, подходящие брюки, высокие носки (гольфы), обувь	0,08	0,5
2 Трусы, рубашка, подходящие брюки, носки, обувь	0,10	0,6
3 Трусы, рабочий комбинезон, носки, обувь	0,11	0,7
4 Трусы, рубашка, рабочий комбинезон, носки, обувь	0,13	0,8

Окончание таблицы С.2

Комплект одежды	I_{cl}	
	$м^2 \cdot К/Вт$	кло
5 Трусы, рубашка, брюки, блузка, носки, обувь	0,14	0,9
6 Шорты, майка, трусы, рубашка, комбинезон, высокие носки (гольфы), обувь	0,16	1,0
7 Трусы, майка, рубашка, брюки, куртка, жилет, носки, обувь	0,17	1,1
8 Трусы, рубашка, брюки, куртка, рабочий комбинезон, носки, обувь	0,19	1,3
9 Майка, трусы, изолирующие брюки, изолирующая куртка, носки, обувь	0,22	1,4
10 Шорты, футболка, рубашка, подходящие брюки, изолирующий рабочий комбинезон, высокие носки (гольфы), обувь	0,23	1,5
11 Трусы, майка, рубашка, брюки, куртка, дополнительная утепленная куртка, головной убор, перчатки, носки, обувь	0,25	1,6
12 Трусы, майка, рубашка, брюки, куртка, дополнительная утепленная куртка, утепленный полукомбинезон, носки, обувь	0,29	1,9
13 Трусы, майка, рубашка, брюки, куртка, дополнительная утепленная куртка, утепленный полукомбинезон, носки, обувь, головной убор, перчатки	0,31	2,0
14 Майка, трусы, изолирующие брюки, изолирующая куртка, утепленный полукомбинезон, дополнительная утепленная куртка, носки, обувь	0,34	2,2
15 Майка, трусы, изолирующие брюки, изолирующая куртка, утепленный полукомбинезон, дополнительная утепленная куртка, носки, обувь, головной убор, перчатки	0,40	2,6
16 Системы одежды для арктических условий	От 0,46 до 0,70	От 3 до 4,5
17 Спальные мешки	От 0,46 до 1,4	От 3 до 9

Приложение D
(справочное)

Охлаждающее воздействие ветра

Ветер оказывает охлаждающее воздействие на кожу. Данный эффект характеризует температура охлаждения ветром. Температура охлаждения ветром (t_{wc}) определяет окружающую температуру, которая при скорости ветра 4,2 км/ч, производит такое же охлаждение (по ощущениям), как и фактические условия окружающей среды. Температуру охлаждения ветром (в градусах Цельсия) определяют по формуле

$$t_{wc} = 13{,}12 + 0{,}6215 \cdot t_a - 11{,}37 \cdot v_{10}^{0{,}16} + 0{,}3965 \cdot t_a \cdot v_{10}^{0{,}16}. \quad (D.1)$$

Скорость ветра (v_{10}) определяют как стандартное метеорологическое значение, измеренное в 10 м над поверхностью земли. Это значение получают от метеостанций и из прогнозов погоды. Если же измерена скорость ветра (v_a) на уровне земли, то это значение необходимо умножить на 1,5 перед тем, как вставить его в уравнение (D.1).

Расчетные значения для t_{wc} и критериев, связанных с оценкой риска обморожения, основанного на индексе, приведены в таблицах D.1 и D.2.

Таблица D.1 — Охлаждающая способность ветра на обнаженном участке тела, выраженная как эквивалентная температура охлаждения ветром (t_{wc}) при скорости ветра 4,2 км/ч

v_{10}		t_a, °C										
км/ч	м/с	0	–5	–10	–15	–20	–25	–30	–35	–40	–45	–50
5	1,4	–2	–7	–13	–19	–24	–30	–36	–41	–47	–53	–58
10	2,8	–3	–9	–15	–21	–27	–33	–39	–45	–51	–57	–63
15	4,2	–4	–11	–17	–23	–29	–35	–41	–48	–54	–60	–66
20	5,6	–5	–12	–18	–24	–31	–37	–43	–49	–56	–62	–68
25	6,9	–6	–12	–19	–25	–32	–38	–45	–51	–57	–64	–70
30	8,3	–7	–13	–20	–26	–33	–39	–46	–52	–59	–65	–72
35	9,7	–7	–14	–20	–27	–33	–40	–47	–53	–60	–66	–73
40	11,1	–7	–14	–21	–27	–34	–41	–48	–54	–61	–68	–74
45	12,5	–8	–15	–21	–28	–35	–42	–48	–55	–62	–69	–75
50	13,9	–8	–15	–22	–29	–35	–42	–49	–56	–63	–70	–76
55	15,3	–9	–15	–22	–29	–36	–43	–50	–57	–63	–70	–77
60	16,7	–9	–16	–23	–30	–37	–43	–50	–57	–64	–71	–78
65	18,1	–9	–16	–23	–30	–37	–44	–51	–58	–65	–72	–79
70	19,4	–9	–16	–23	–30	–37	–44	–51	–59	–66	–73	–80
75	20,8	–10	–17	–24	–31	–38	–45	–52	–59	–66	–73	–80
80	22,2	–10	–17	–24	–31	–38	–45	–52	–60	–67	–74	–81
Заштрихованные ячейки относят к различным классам опасности в соответствии с таблицей D.2.												

Таблица D.2 — Температура охлаждения ветром (t_{wc}) и время замерзания обнаженной кожи

Классификация риска	t_{wc}, °C	Субъективные ощущения и возможные последствия
1	от –10 до –24	Неприятно холодно
2	от –25 до –34	Очень холодно. Существует риск обморожения
3	от –35 до –59	Чрезвычайно холодно. Обморожение незащищенных участков кожи происходит в течение 10 минут
4	–60 и ниже	Экстремально холодно. Обморожение незащищенных участков кожи происходит в течение 2 минут

Приложение Е
(справочное)

Примеры оценки IREQ

Е.1 Общие положения

Для определения IREQ и D_{lim} применяют различные процедуры в случае, если пребывание на холоде непрерывное или с перерывами. Для экстремальных условий охлаждения с недостаточной термоизоляцией одежды вычисляют продолжительность безопасного пребывания в холодной среде (D_{lim}), и требуемое время восстановления (D_{rec}). Приведены примеры вычисления для минимальных и для нейтральных «критериев». Значения IREQ даны в кло.

Е.2 Непрерывное пребывание на холоде

Значения $IREQ_{min}$ и $IREQ_{neutral}$, как функция уровня активности (скорости метаболизма) и рабочая температура приведены на рисунках Е.1 и Е.2. На рисунке Е.3 показаны минимальные и нейтральные уровни IREQ для четырех уровней активности, как функции рабочей температуры. Область между линиями может быть рассмотрена как «зона регулирования одежды», в которой может быть выбран уровень термоизоляции, соответствующий различным уровням теплового напряжения и различным ощущениям. Значения даны для скорости ветра 0,4 м/с.

Влияние ветра зависит от воздухопроницаемости выбранного комплекта одежды, в частности от внешнего слоя. Значение 8 л/(м^2·с) — типичное значение для многих материалов верхней одежды. Влияние ветра при таком комплекте одежды и уровне активности 90 Вт/м^2 приведено на рисунке Е.4. Требуемая термоизоляция выражена в значении базового коэффициента термоизоляции (см. таблицу С.2).

Непрерывная работа при 175 Вт/м^2 при минус 10 °С и отсутствии ветра дает $IREQ_{neutral}$ 1,6 кло (рисунок Е.1) или $IREQ_{min}$ 1,3 кло (рисунок Е.2). Это соответствует значению базового коэффициента термоизоляции (I_{cl}) приблизительно в 1,7 кло и 1,4 кло соответственно, вычисленное с помощью уравнения (А.15).

Е.3 Пребывание на холоде с перерывами

Работу обычно организуют в виде более или менее постоянных режимов работы и отдыха. Оценка холодового стресса основана на анализе следующих особенностей:

a) «Самый холодный» интервал, соответствующий самой низкой активности или самой низкой температуре. По значению базового коэффициента термоизоляции выбранного комплекта одежды определяют возможность сохранения теплового баланса или рассчитывают рекомендуемое время пребывания на холоде (D_{lim}).

b) «Самый теплый» интервал, соответствующий самой высокой активности или самой высокой температуре. По значению базового коэффициента термоизоляции выбранного комплекта одежды, как и в случае a), определяют возможность сохранения теплового баланса или рассчитывают рекомендуемое время пребывания в горячей среде (D_{lim}).

Для работы в таких условиях необходима одежда, допускающая регулировку в пределах диапазона необходимых значений коэффициента термоизоляции и времени пребывания на холоде. Внешние слои одежды должны легко открываться/закрываться и надеваться/сниматься. Удаление теплоизолирующего внешнего предмета одежды может соответствовать уменьшению базового коэффициента термоизоляции на 1 кло или более.

Пример 1 — Рабочий управляет автопогрузчиком в холодильной камере при температуре минус 25 °С. Он перемещает (перевозит) товары из складского помещения в смежное упаковочное помещение с температурой воздуха +5 °С, проводя приблизительно равное количество времени в этих разных условиях. Его уровень активности оценен в 115 Вт·м$^{-2}$. Значения $IREQ_{neutral}$ для минус 25 °С и +5 °С составляют 3,6 кло и 1,5 кло, соответственно, (рисунок Е.1). Из-за скорости ветра при перевозке товаров, выбранная одежда должна обеспечить значение базового коэффициента термоизоляции по крайней мере 4,3 кло и 2,0 кло, соответственно, при ветронепроницаемом внешнем слое (см. таблицу С.2). Эти значения вычислены с помощью уравнения (А.15). Доступная одежда обеспечивает 3,5 кло, которая вероятно будет достаточным компромиссом между этими двумя требованиями.

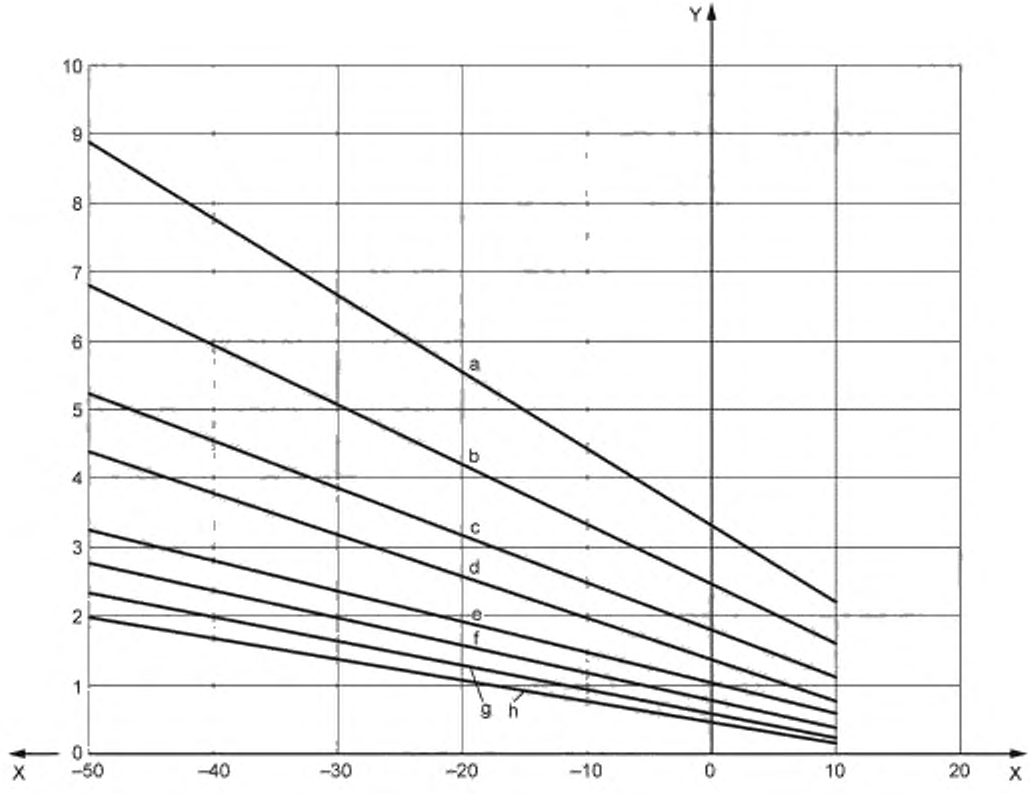
Пример 2 — На том же рабочем месте, как и в примере 1, рабочий размещает заказы замороженных продуктов в контейнерах для водителя автопогрузчика. Его активность оценена приблизительно в 175 Вт/м^2. Его одежда обеспечивает термоизоляцию с I_{cl} = 3,5 кло (как у водителя). Значение $IREQ_{neutral}$ определено в 2,2 кло (рисунок Е.1), требующее базового коэффициента термоизоляции, как минимум, 2,7 кло (таблица С.2). Эти значения вычислены с помощью уравнения (А.12). Его одежда отвечает требованиям термоизоляции и должна быть несколько излишне теплая для этого уровня активности. Снижение уровня термоизоляции должен выполнять рабочий, используя застежки предмета одежды и/или удаляя теплоизолирующий подкладочный слой.

Примечание — В обоих примерах одежда должна быть мягкой, обеспечивать простое регулирование и возможность снимания во время перерывов в отапливаемых помещениях.

Е.4 Ограниченная продолжительность пребывания в холодной среде

При очень низких температурах и низких уровнях активности IREQ становится высоким, указывая на высокий уровень холодового стресса. Субъект не может выдержать такой холодовой стресс, так как доступная рабочая одежда при этих условиях обычно не обеспечивает такой высокий уровень термоизоляции. Если известно значение I_{cl} доступной одежды, может быть вычислена рекомендуемая максимальная безопасная продолжительность безопасного пребывания в холодной среде (D_{lim}). На рисунках от Е.5 до Е.8 показаны вычисленные значения D_{lim} для нескольких уровней активности и термоизоляции, выраженных в терминах базового коэффициента термоизоляции (I_{cl}).

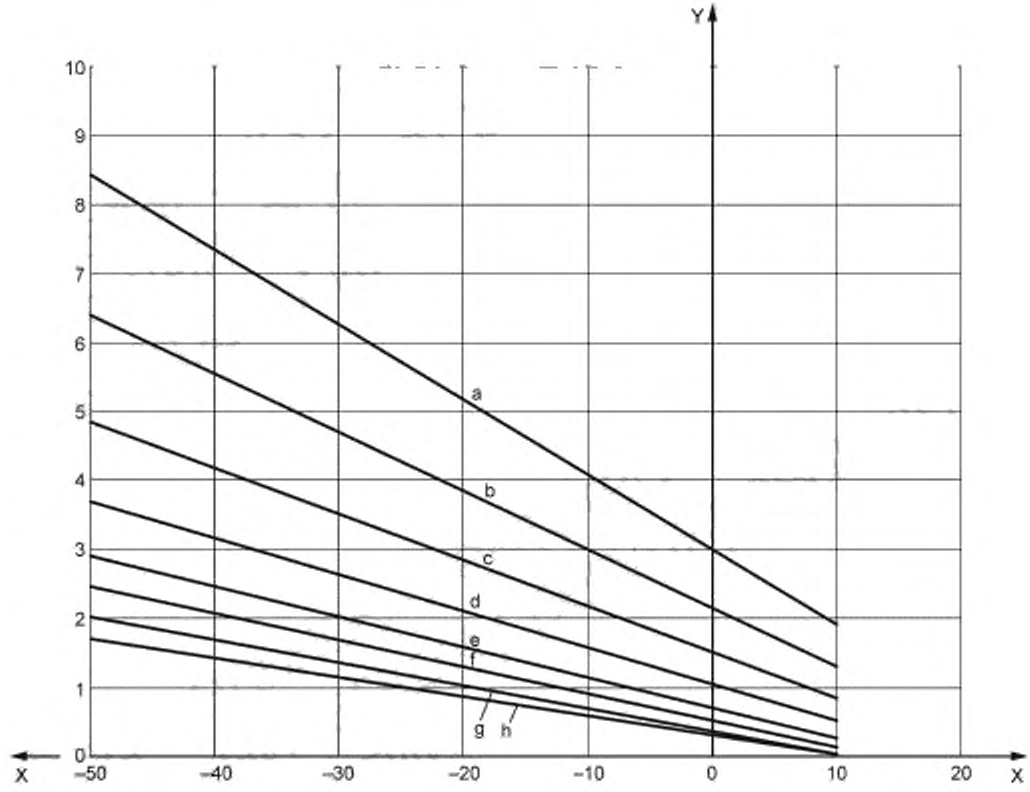
Пример — Человеку, работающему при 115 Вт/м^2 и температуре минус 15 °С (IREQ около 2,9 кло), одетому в комплект предметов одежды, обеспечивающий значение I_{cl} 2,0 кло, запрещено работать дольше, чем 1 ч 20 мин, с учетом критерия низкой физической активности (рисунок Е.6). Увеличение коэффициента термоизоляции доступного предмета одежды до 2,5 кло увеличивает D_{lim} приблизительно до 4 ч. Соответствующее необходимое время восстановления (D_{rec}), вычисленное для 1,5 кло и 90 Вт/м^2 в комнате при +25 °С, 0,2 м/с и относительной влажности 50 %, составляет 54 мин.



X — рабочая температура, t_a, °С; Y — IREQ, кло, скорость воздуха — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2·с); a — 70 Вт/м^2, b — 90 Вт/м^2; c — 115 Вт/м^2; d — 145 Вт/м^2; e — 175 Вт/м^2, f — 200 Вт/м^2, g — 230 Вт/м^2, h — 260 Вт/м^2

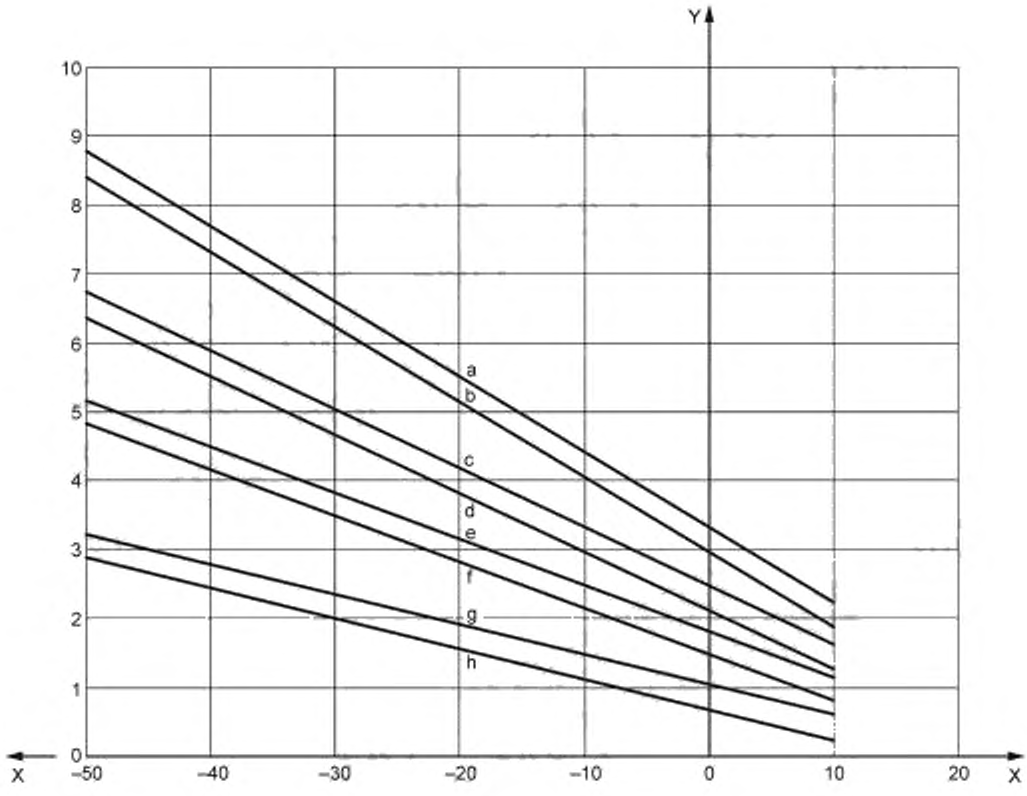
Рисунок Е.1 — Значение $IREQ_{neutral}$ как функция рабочей температуры для восьми уровней скорости метаболизма

Рабочая температура представляет собой интегрированное значение температуры воздуха и средней радиационной температуры, взвешенных соответственно, с коэффициентами теплопередачи для конвекции и излучения. На следующих рисунках рабочую температуру используют как температуру окружающей среды.



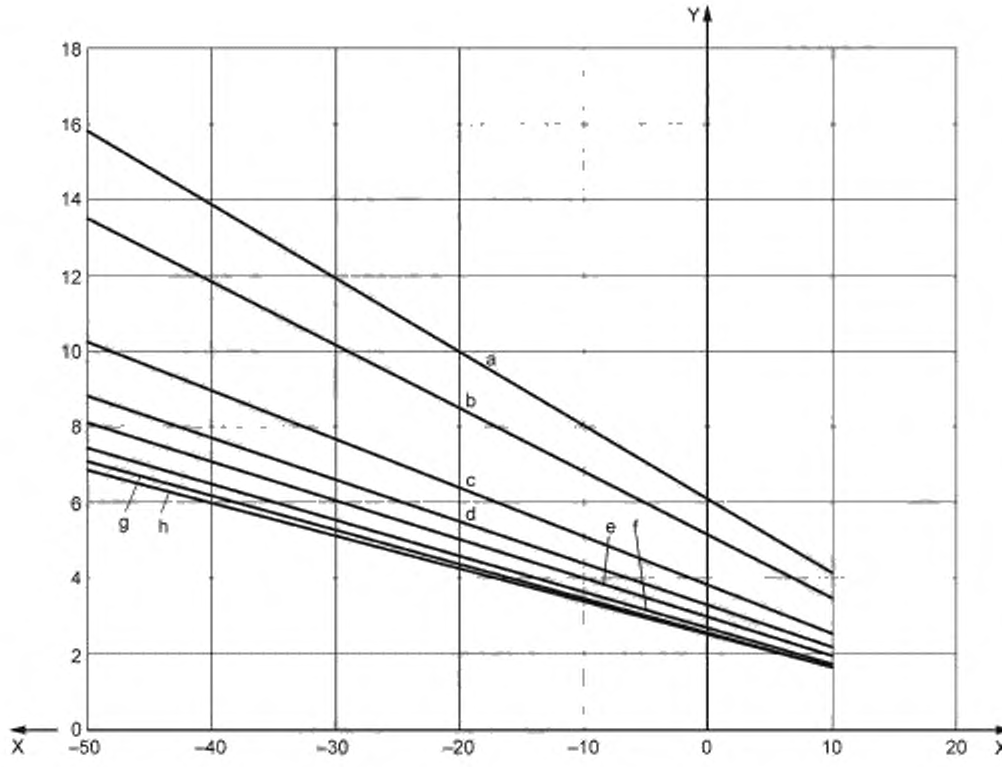
X — рабочая температура t_0, °C; Y — IREQ, кло; скорость воздуха — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2·с); a — 70 Вт/м^2; b — 90 Вт/м^2; c — 115 Вт/м^2; d — 145 Вт/м^2; e — 175 Вт/м^2; f — 200 Вт/м^2; g — 230 Вт/м^2; h — 260 Вт/м^2

Рисунок Е.2 — Значение $IREQ_{min}$ как функция рабочей температуры для восьми уровней скорости метаболизма



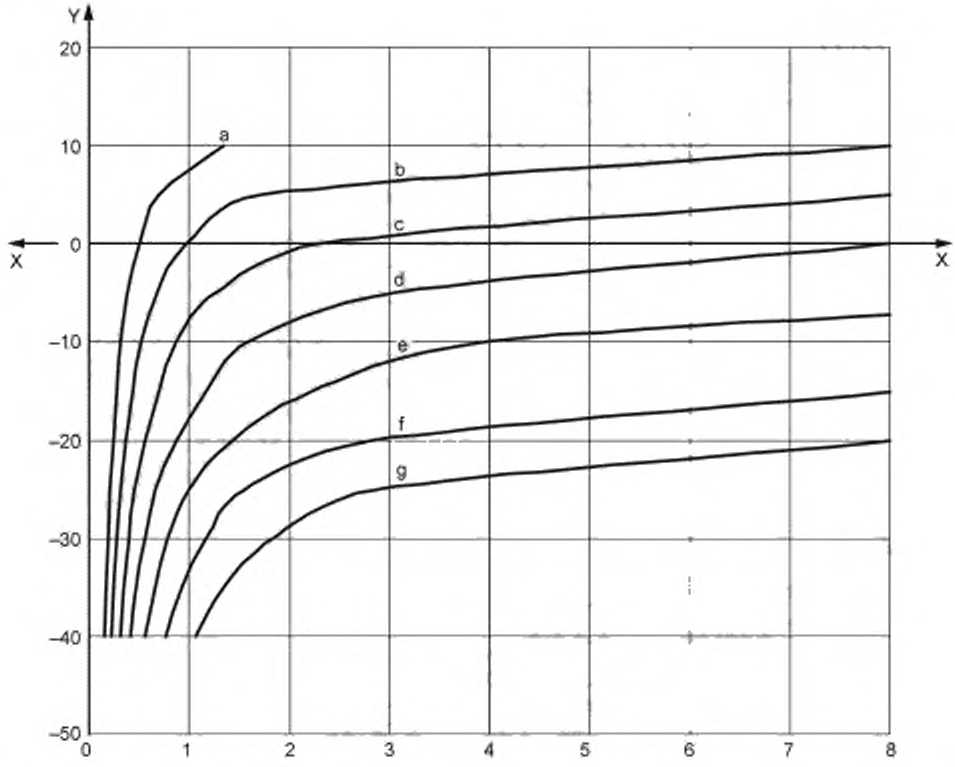
X — рабочая температура t_0, °C; Y — IREQ, кло; скорость воздуха — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2·с); a — 70 Вт/м^2, $IREQ_{neutral}$; b — 70 Вт/м^2, $IREQ_{min}$; c — 90 Вт/м^2, $IREQ_{neutral}$; d — 90 Вт/м^2, $IREQ_{min}$; e — 115 Вт/м^2, $IREQ_{neutral}$; f — 115 Вт/м^2, $IREQ_{min}$; g — 175 Вт/м^2, $IREQ_{neutral}$; h — 175 Вт/м^2, $IREQ_{min}$

Рисунок Е.3 — Сравнение значений $IREQ_{min}$ и $IREQ_{neutral}$ на четырех уровнях скорости метаболизма



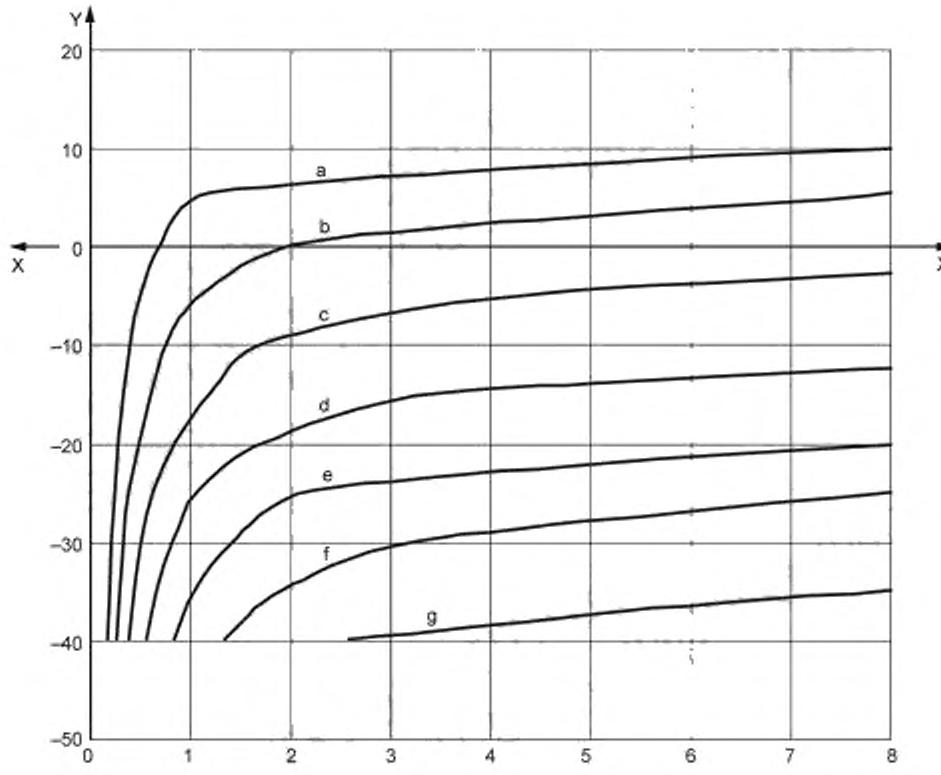
X — рабочая температура t_0, °C; Y — IREQ, кло; скорость воздуха — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2 с): a — 15 м/с, b — 10 м/с, c — 5 м/с; d - 3 м/с: e — 2 м/с; f — 1 м/с; g — 0,5 м/с; h — 0,2 м/с

Рисунок Е.4 — Влияние ветра на IREQ, значение которого необходимо обеспечить комплектом одежды с внешним слоем средней воздушной проницаемости при активности 90 Вт·м$^{-2}$



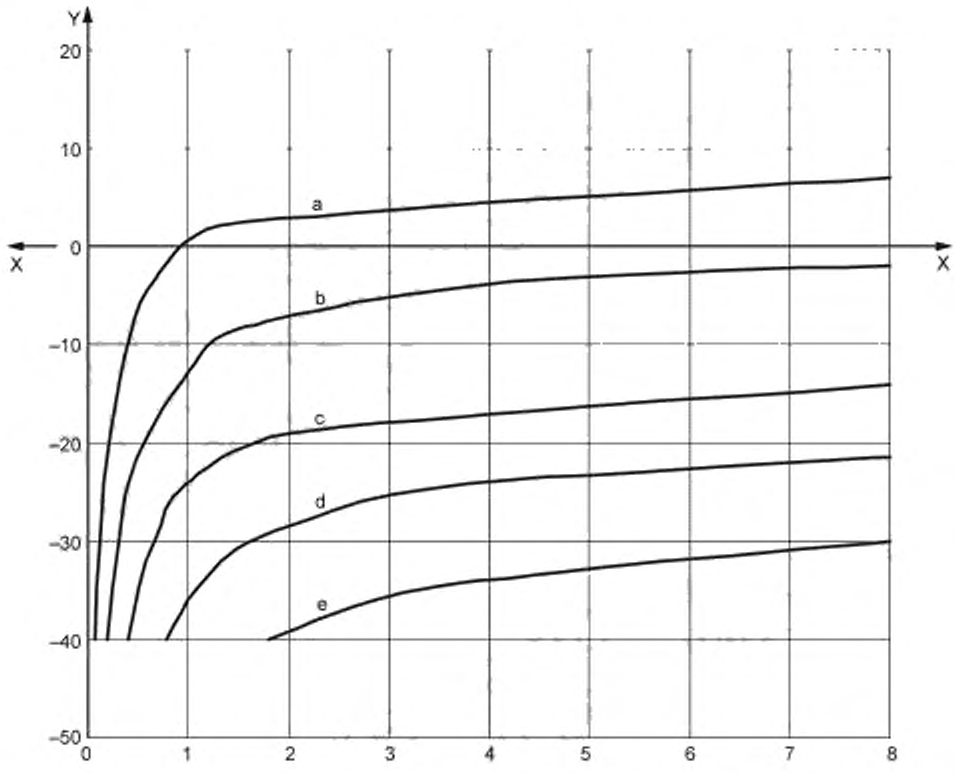
X — D_{lim}, ч, Y — рабочая температура t_O, °С; скорость воздуха — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2·с); a — 0,5 кло, b — 1 кло; c — 1,5 кло; d — 2 кло; e — 2,5 кло, f — 3 кло, g — 3,5 кло

Рисунок Е.5 — Рекомендуемая ограниченная продолжительность пребывания в холодной среде (D_{lim}) для низкого напряжения (нейтрального) при активности 90 Вт·м$^{-2}$ для семи значений базового коэффициента термоизоляции одежды (см. таблицу С.2)



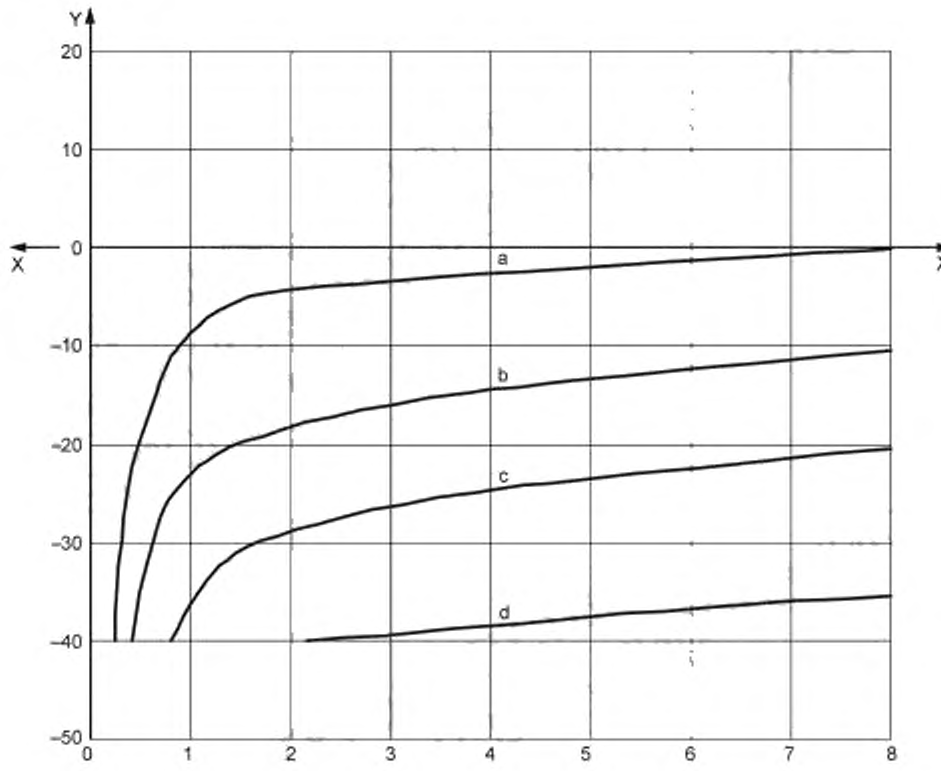
X — D_{lim}, ч; Y — рабочая температура t_0, °С; скорость воздуха — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2·с); a — 0,5 кло; b — 1 кло; c — 1,5 кло; d — 2 кло; e — 2,5 кло; f — 3 кло; g — 3,5 кло

Рисунок Е.6 — Рекомендуемая ограниченная продолжительность пребывания в холодной среде (D_{lim}) для низкого напряжения (нейтрального) при активности 115 Вт/м^2 для семи значений базового коэффициента термоизоляции одежды (см. таблицу С.2)



X — D_{lim}, ч; Y — рабочая температура t_0, °С; скорость ветра — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2·с):
a — 1 кло; b — 1,5 кло, c — 2 кло, d — 2,5 кло; e — 3 кло

Рисунок Е.7 — Рекомендуемая продолжительность безопасного пребывания в холодной среде (D_{lim}) для низкого напряжения при активности 145 Вт/м^2 для семи значений базового коэффициента термоизоляции одежды (см. таблицу С.2)



X — D_{lim}, ч, Y — рабочая температура t_{0r}, °С; скорость ветра — 0,4 м/с; воздушная проницаемость внешнего слоя — 8 л/(м^2·с); a — 1 кло; b — 1,5 кло; c — 2 кло, d — 2,5 кло

Рисунок Е.8 — Рекомендуемая продолжительность безопасного пребывания в холодной среде (D_{lim}) для низкого напряжения при активности 175 Вт/м^2 для семи значений базового коэффициента термоизоляции одежды (см. таблицу С.2)

Приложение F
(справочное)

Компьютерная программа для вычисления IREQ

Интернет-сайт, адрес которого приведен ниже, предоставляет полностью работоспособную программу для вычисления IREQ и D_{lim}. Тот же сайт предлагает загружаемую копию программы, которая может быть запущена на любом персональном компьютере с установленным интерпретатором языка Java (javascript). Рекомендуется использовать последнюю версию программы, доступной по адресу:

gost.e-ecolog.ru

REQ2009ver4_2.html[1)]

Таблица F.1 — Примеры вычисления

Входные значения					Расчетные значения		
Температура воздуха	Средняя окружающая температура	Ветер	Скорость метаболизма	Базовая термоизоляция используемой одежды	$IREQ_{neutral}$	Требуемая базовая термоизоляция	Безопасная продолжительность пребывания в холодной среде D_{lim}
°C	°C	м/с	Вт/м^2	кло	кло	кло	ч
0	0	2	90	2,5	2,6	3,1	2,3
0	0	2	145	2,5	1,5	1,8	более 8
–10	–10	2	90	2,5	3,5	4,4	0,7
–10	0	2	145	2,4	1,9	2,4	более 8
–20	–20	2	115	4,2	3,4	4,2	более 8
–20	–20	7	115	4,2	3,5	5,9	1,1
–30	–30	2	115	4,2	4,0	5,0	2,2
–30	–30	5	175	4,2	2,6	4,0	более 8
Эффективная механическая мощность, $W = 0$ Относительная влажность воздуха во всех примерах: 85 % Воздухопроницаемость одежды: 8 л/(с·м^2)							

[1)] Данная программа находится в разделе сайта по адресу: http://www.eat.lth.se/termisk-miljoe/english/tools/

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного, европейского регионального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
ИСО 7726:1998	—	*
ИСО 8996:2004	IDT	ГОСТ Р ИСО 8996—2008 «Эргономика термальной среды. Определение скорости обмена веществ»
ИСО 9237:1995	IDT	ГОСТ ISO 9237—2013 «Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости»
ИСО 9920:2007	—	*
ИСО 13731:2001	—	*
ИСО 13732-3:2005	IDT	ГОСТ Р ИСО 13732-3—2013 «Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть 3. Контакт с холодными поверхностями»
ИСО 15831:2004	IDT	ГОСТ ISO 15831—2013 «Одежда. Физиологическое воздействие. Метод измерения термоизоляции на термоманекене»
EN 511:2006	IDT	ГОСТ EN 511—2012 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки защитные от холода. Общие технические требования. Методы испытаний»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] ISO 15743 Ergonomics of the thermal environment — Cold workplaces — Risk assessment and management

[2] EN 342 Protective clothing — Ensembles and garments for protection against cold

[3] Holmer, I. Assessment of cold stress in terms of required clothing insulation — IREQ. International Journal of Industrial Ergonomics 3, 1988, pp. 159—166

[4] Holmer, I. Cold Indices and Standards. Encyclopedia of Occupational Health. ILO, Geneva, Stellman, J. (ed.), 1997, pp. 42, 48

[5] Holmer, I., Granberg, P.O. Dahlstrom, G. Cold. Encyclopedia of Occupational Health. ILO, Geneva, Stellman, J. (ed.), 1997, pp. 29—43

[6] Nilsson, H.O., Anttonen, H., Holmer, I. (2000) New algorithms for prediction of wind effects on cold protective clothing. Proceedings of NOKOBETEF 6, 1st ECPC, Norra Latin, Stockholm, Sweden, pp. 17—20

[7] Parsons, K. Human Thermal Environments. Taylor & Francis, London, 2002, 527 pages

[8] gost.e-ecolog.ru e.cfm. Meteorological Society of Canada.

УДК 331.433:006.354 ОКС 13.180

Ключевые слова: термальная среда, термальный стресс, оценка термального стресса, теплообмен человека, холодовой стресс, тепловой стресс, термонейтральная зона, термоизоляция одежды, температура охлаждения ветром

Редактор *Л.Б. Базякина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 15.12.2015. Подписано в печать 24.02.2016. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,25. Тираж 33 экз. Зак. 622.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru