ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 9886— 2008

Эргономика термальной среды

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОЙ НАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ISO 9886:2004
Ergonomics — Evaluation of thermal strain by physiological measurements
(IDT)

Издание официальное

БЗ 7—2008/176

Москва
Стандартинформ
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 484-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 9886:2004 «Эргономика. Оценка температурной нагрузки на основе физиологических измерений» (ISO 9886:2004 «Ergonomics — Evaluation of thermal strain by physiological measurements»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочного международного стандарта соответствующий ему национальный стандарт Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении D

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «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

© Стандартинформ, 2009

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 . . . 2
3 Условные обозначения и сокращения . . . 2
4 Измерение внутренней температуры тела t_{cr} . . . 2
5 Измерение температуры кожи t_{sk} . . . 5
6 Оценка температурной нагрузки на основе измерений частоты сердечных сокращений HR . . . 5
7 Оценка физиологического перегрева на основе измерений потери массы тела Δm_{sw} в результате потоотделения . . . 6
Приложение А (справочное) Сравнение физиологических методов оценки температурной нагрузки . . . 7
Приложение В (справочное) Методы измерений . . . 9
Приложение С (справочное) Предельные значения физиологических параметров температурной нагрузки . . . 13
Приложение D (справочное) Сведения о соответствии национального стандарта Российской Федерации ссылочному международному стандарту . . . 14
Библиография . . . 15

Введение

Настоящий стандарт входит в комплекс стандартов в области оценки температурной нагрузки.

Указанный комплекс стандартов предусматривает, в частности:

a) определение требований к методам измерения физических параметров, характеризующих термальную среду;

b) определение методов для оценки температурной нагрузки в холодной, умеренной и горячей окружающих средах.

Методы анализа, описанные в этих стандартах, позволяют прогнозировать среднюю физиологическую реакцию субъектов, подвергающихся воздействию термальной среды. Некоторые из этих методов не применяют в экстремальных климатических условиях, если физиологические реакции субъектов, подвергающихся их воздействию, существенно отличаются от среднего значения или если используются специальные средства защиты.

В таких случаях или в целях исследования может оказаться полезным или даже необходимым непосредственное измерение физиологической нагрузки, которую испытывает субъект.

В настоящем стандарте приведены некоторые требования, касающиеся методов измерения и интерпретации физиологических параметров, характеризующих реакцию организма человека в горячей или холодной окружающей среде.

Настоящий стандарт может быть использован для проведения когортных исследований в целях доказательства возникновения тех или иных отклонений при воздействии повышенных или пониженных термальных факторов. К работающему человеку данные методы измерений обычно неприменимы, так как нарушают нормальное функционирование исследуемых систем.

Перечень основных стандартов [1] — [9] в области оценки температурной нагрузки приведен в структурном элементе «Библиография».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика термальной среды

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОЙ НАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Ergonomics of the thermal environment.
Evaluation of thermal strain by physiological measurements

Дата введения — 2009—12—01

1 Область применения

В настоящем стандарте описаны методы, используемые для измерения и интерпретации значений следующих физиологических параметров:

- внутренней температуры тела;
- температуры кожи;
- частоты сердечных сокращений;
- потери массы тела.

Выбор измеряемых переменных и используемых методов лежит на усмотрении лиц, ответственных за здоровье работников. Эти лица обязаны учитывать не только характер факторов термальной среды, но также и степень приемлемости используемых методов для работников, подвергающихся воздействию таких факторов.

Должно быть учтено, что непосредственные измерения на людях возможны только при выполнении двух условий:

a) если человек полностью информирован о дискомфорте и потенциальных рисках, связанных с методом измерений, и дал добровольное согласие на такие измерения;

b) если измерения не представляют никакого риска для человека, для которого эти измерения являются приемлемыми с учетом общих или определенных этических норм.

В целях упрощения этого выбора в приложении А приведено сравнение различных методов в отношении области применения, технической сложности, дискомфорта и рисков, с которыми они могут быть связаны.

В настоящем стандарте определены условия, соблюдение которых позволит обеспечить точность данных, полученных различными методами. Методы измерений описаны в приложении В. В приложении С приведены рекомендуемые предельные значения.

Настоящий стандарт не касается экспериментальных условий, для которых исследователи могут разработать альтернативные методы в целях совершенствования знаний в данной области. Вместе с тем рекомендуется при проведении таких исследований в лаборатории использовать методы, описанные ниже в качестве ссылочных методов сравнения результатов.

Прежде чем применять методы оценок, изложенные в настоящем стандарте, пользователь должен обеспечить соблюдение всех действующих этических и правовых норм. Соответственно, ему необходимо проконсультироваться с комитетами по этике и строго соблюдать правила, касающиеся добровольного письменного согласия, свободы участия, конфиденциальности и т. д.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующий стандарт:

ИСО 7933:2004 Эргономика термальной среды Аналитическое определение и интерпретация теплового поражения с использованием вычисления прогнозируемой тепловой нагрузки

3 Условные обозначения и сокращения

A_{Du} — площадь поверхности тела, вычисленная по формуле Дю Буа, м^2;
HR — частота сердечных сокращений (пульс), ударов/мин;
HR_0 — средняя частота сердечных сокращений субъекта в состоянии покоя, сидя при нейтральных условиях, ударов/мин;
HR_r — частота сердечных сокращений в течение перерыва в работе после устранения компонентов сердцебиения вследствие статического напряжения и динамической мускульной работы, ударов/мин;
HR_L — предел частоты сердечных сокращений, ударов/мин;
ΔHR_M — увеличение частоты сердечных сокращений, связанное с метаболизмом, ударов/мин;
ΔHR_S — увеличение частоты сердечных сокращений вследствие статического напряжения, ударов/мин;
ΔHR_T — увеличение частоты сердечных сокращений под воздействием температурной нагрузки, ударов/мин;
ΔHR_N — увеличение частоты сердечных сокращений под воздействием психологических факторов, ударов/мин;
ΔHR_c — остаточный компонент частоты сердечных сокращений, связанный с ритмом дыхания, циркадным ритмом и т. д., ударов/мин;
I_{cl} — теплоизоляция одежды, кло;
k_i — весовой коэффициент для измерения в точке;
Δm — изменение массы тела, кг;
M — средняя скорость обмена веществ, Вт/м^2;
Δm_{clo} — изменение массы тела вследствие смены одежды или накопления пота в одежде; кг;
Δm_g — общая потеря массы тела, кг;
Δm_o — потеря массы из-за разницы массы углекислого газа и кислорода, г;
Δm_{res} — потеря массы вследствие испарения через дыхательные пути, г;
Δm_{sol} — изменение массы тела, связанное с потреблением (прием пищи) и выделением (дефекация) твердых экскрементов, кг;
Δm_{sw} — потеря массы вследствие потоотделения в течение временного интервала, г;
Δm_{wat} — изменение массы тела, связанное с потреблением и выделением (моча) воды, кг;
p_a — частичное давление водяного пара в воздухе, кПа;
R — респираторный коэффициент, безразмерный;
Δt — временной интервал, мин;
t_{ab} — температура брюшной полости, °С;
t_{ac} — температура слухового канала, °С;
t_{cr} — внутренняя температура тела, °С;
t_{es} — температура пищевода, °С;
t_{or} — температура ротовой полости, °С;
t_{re} — ректальная температура, °С;
t_{sk} — температура кожи, °С;
t_{ski} — локальная температура кожи в точке i, °С;
t_{ty} — температура среднего уха, °С;
t_{ur} — температура мочи, °С.

4 Измерение внутренней температуры тела t_{cr}

4.1 Общие сведения

Понятие «тело» относится ко всем тканям, расположенным внутри организма, на которые не влияет изменение температуры поверхностных тканей. Вместе с тем внутри тела возможны температурные различия в зависимости от локальных обменных процессов, концентрации кровеносных сосудов и локальных изменений потока крови. Поэтому внутреннюю температуру тела невозможно считать посто-

янной. Эту температуру можно аппроксимировать путем измерения температуры в различных точках тела:

- в пищеводе: температура пищевода t_{es};
- в прямой кишке: ректальная температура t_{re};
- в желудочно-кишечном тракте: температура брюшной полости t_{ab};
- во рту: температура в ротовой полости t_{or};
- в среднем ухе: температура среднего уха t_{ty};
- в слуховом канале: температура слухового канала t_{ac};
- температура мочи t_{ur}.

В зависимости от используемого метода измеренная температура может отражать:

- среднюю температуру тела;
- температуру крови, орошающей мозг и, следовательно, влияющую на центры терморегуляции в гипоталамусе. Эту температуру обычно рассматривают для оценки температурной нагрузки, которую испытывает субъект.

4.2 Методы измерения внутренней температуры тела

4.2.1 Температура пищевода t_{es}

4.2.1.1 Принцип метода

В нижний отдел пищевода вводят датчик температуры (далее — датчик), который контактирует по длине от 50 до 70 мм с внешней стороной левого предсердия и с задней поверхностью нисходящей аорты. В этом положении датчик температуры регистрирует изменения температуры артериальной крови с очень коротким временем реакции.

Верхний отдел пищевода прижат к трахее, следовательно, на измерения температуры на этом уровне влияет дыхание. С другой стороны, если датчик поместить слишком низко, он будет регистрировать температуру в желудке.

Температура слюны, которую глотает субъект, также влияет на показания датчика. Поэтому температуру пищевода приводят не в средних значениях зарегистрированных температур, а в пиковых значениях. Это особенно верно в холодной окружающей среде, когда слюна может охлаждаться.

4.2.1.2 Интерпретация

Из всех косвенных методов измерений t_{cr} приведенный в 4.2.1.1 метод измерения t_{es} — это метод, наиболее точно отражающий изменения температуры крови, вытекающей из сердца и орошающей центры терморегуляции в гипоталамусе.

4.2.2 Ректальная температура t_{re}

4.2.2.1 Принцип метода

Датчик вводят в прямую кишку. Поскольку прямая кишка находится в окружении большой массы брюшных тканей с низкой теплопроводностью, ректальная температура не зависит от окружающих условий.

4.2.2.2 Интерпретация

Когда субъект отдыхает, ректальная температура является самой высокой в теле. В противоположность этому, когда субъект работает, на t_{re} непосредственно влияет тепло, производимое локальными мышцами. При равном расходе энергии за единицу времени t_{re} выше, когда субъект выполняет работу при помощи ног, чем когда он выполняет работу исключительно руками.

Показатель t_{re} по существу является показателем средней температуры тела. Ее можно рассматривать только в качестве индикатора температуры крови, а следовательно, температуры центров терморегуляции при низком уровне теплообмена и при выполнении работы, в которой задействовано все тело.

При низком уровне теплообмена и при выполнении работы ногами измерение t_{re} приводит к несколько завышенной оценке температуры центров терморегуляции.

Напротив, при высоком теплообмене во время интенсивной температурной нагрузки за короткий период t_{re} поднимается медленней, чем температура центров терморегуляции, продолжает повышаться после прекращения воздействия и, наконец, постепенно уменьшается. Скорость нарастания и время задержки зависят от условий воздействия и восстановления. В этих случаях измерение t_{re} не подходит для оценки перегрева, который испытывает субъект.

4.2.3 Температура брюшной полости t_{ab}

4.2.3.1 Принцип метода

Субъект проглатывает датчик. В процессе движения последнего по желудочно-кишечному тракту регистрируют температуру, которая изменяется в зависимости от близости датчика к крупным артериям, органам с высоким локальным обменом веществ или к стенке брюшной полости.

4.2.3.2 Интерпретация

При нахождении датчика в желудке или двенадцатиперстной кишке изменения t_{ab} сходны с изменениями t_{es}, и разница между этими двумя температурами является очень незначительной. По мере продвижения датчика по кишечнику значения t_{ab} становятся более близкими к значениям t_{re}. Поэтому интерпретация будет зависеть от времени, прошедшего с момента проглатывания датчика, и от его скорости продвижения по желудочно-кишечному тракту у конкретного субъекта.

Существует предположение, что t_{ab} не зависит от окружающих климатических условий, за исключением ситуации, когда сильное тепловое излучение направлено на живот.

4.2.4 Температура ротовой полости t_{or}

4.2.4.1 Принцип метода

Датчик помещают под язык, где он находится в тесном контакте с ветвями языковой артерии. В этом положении датчик обеспечивает удовлетворительное измерение температуры крови, влияющей на центры терморегуляции.

Тем не менее, измеренная температура зависит от внешних условий. При открытом рте теплообмен путем конвекции и испарения на поверхности слизистой оболочки щек влияет на снижение температуры в полости рта. Даже при закрытом рте температура может значительно снизиться при снижении температуры кожи лица или повыситься, если лицо подвергается сильному тепловому излучению.

4.2.4.2 Интерпретация

При соблюдении условий измерений значение t_{or} очень близко к значению t_{es}. Во время отдыха субъекта и при его нахождении в окружающей среде, температура воздуха в которой превышает 40 °С, оценка t_{or} может оказаться выше значения t_{es} на 0,25 °С— 0,4 °С. При выполнении субъектом работы соответствие между t_{or} и t_{es} устанавливается только для уровней мышечных усилий, не превышающих 35 % максимального аэробного обмена субъекта.

4.2.5 Температура среднего уха t_{ty}

4.2.5.1 Принцип метода

Метод предусматривает измерение температуры барабанной перепонки, питание сосудов которой частично обеспечивается внутренней сонной артерией, снабжающей также гипоталамус. Поскольку из-за низкой массы и высокой насыщенности кровеносными сосудами барабанная перепонка имеет очень низкую теплоемкость, ее температура отражает изменения температуры артериальной крови, которые влияют на центры терморегуляции.

Вместе с тем, так как кровоснабжение барабанной перепонки осуществляется и внешней сонной артерией, ее температура зависит от локального теплообмена участков тела, прилегающих к сонной артерии. Поскольку контакт датчика с барабанной перепонкой или смежными участками тела является болезненным, то либо датчик помещают как можно ближе к барабанной перепонке, либо используют для измерения температуры прибор инфракрасного (ИК) излучения.

Однако на практике применение ИК-метода часто наталкивается на существенные проблемы [см. В.1.6 (приложение В)].

4.2.5.2 Интерпретация

Значение t_{ty} изменяется аналогично t_{es} во время быстрых изменений теплоемкости тела независимо от того, имеют ли эти изменения метаболическое происхождение или обусловлены окружающей средой. Вместе с тем наблюдаемая разница между t_{ty} и t_{es} или между t_{ty} и t_{re} обусловлена влиянием локальных процессов теплообмена вокруг уха и на поверхности кожи головы.

4.2.6 Температура слухового канала t_{ac}

4.2.6.1 Принцип метода

В этом случае датчик располагают у стенок слухового прохода в зоне, смежной со средним ухом. Стенки насыщены сосудами внешней сонной артерии. На их температуру влияет как температура артериальной крови, сердца, так и кровоснабжение кожи вокруг уха и смежных участков головы. Таким образом, наблюдается перепад температур между средним ухом и внешним отверстием слухового прохода. Изоляция уха от внешней среды может уменьшить этот перепад.

4.2.6.2 Интерпретация

Принципы интерпретации очень сходны с принципами интерпретации измерения температуры среднего уха. Поэтому температура слухового канала может быть представлена как изменения t_{ty}, параллельные изменениям t_{es}.

Вместе с тем положительные отклонения в горячих окружающих средах или отрицательные отклонения в холодных окружающих средах для t_{as} всегда больше, чем для t_{ty}. Поэтому t_{ac} можно рассматривать скорее как показатель комбинации температур тела и кожи, чем в качестве показателя только внутренней температуры тела.

При выполнении этих измерений исследователям приходится идти на компромисс между точностью оценки и осуществимостью метода для субъекта.

4.2.7 Температура мочи t_{ur}

4.2.7.1 Принцип метода

Мочевой пузырь и его содержимое можно рассматривать в качестве части тела. Поэтому измерение температуры мочи во время ее выделения может дать информацию о t_{cr}. Измерение проводят с помощью датчика, помещенного в собирающий сосуд. По определению, возможности измерений зависят от количества мочи в мочевом пузыре.

4.2.7.2 Интерпретация

Температура мочи изменяется так же, как t_{re}, за исключением того, что временная постоянная, т. е. время, необходимое для изменения температуры, несколько больше. Фактически, t_{ur} систематически ниже на 0,2 °С— 0,5 °С, чем t_{re}.

5 Измерение температуры кожи t_{sk}

5.1 Общая информация

Температура кожи изменяется в широких пределах на поверхности тела и, особенно, в условиях холодной окружающей среды. По этой причине следует учитывать различие между:

- локальной температурой кожи t_{sk}, измеренной в определенной точке поверхности тела, и
- средней температурой кожи t_{sk} на всей поверхности тела, которую нелегко непосредственно измерить, но можно оценить по совокупности локальных температур кожи с учетом площади участков, которую эти температуры характеризуют.

Одно только значение t_{sk} не позволяет оценить физиологическую температурную нагрузку, но оно является важным критерием для оценки теплового комфорта.

5.2 Принцип метода

На обнаженном субъекте температуру в данной точке поверхности тела можно измерить на расстоянии с помощью датчика инфракрасного излучения. Этот метод позволяет определить среднюю температуру участка кожи (малого или большого) в зоне действия датчика. Иным способом температуру измеряют с помощью датчика температуры, закрепленного на коже.

5.3 Интерпретация

На температуру кожи влияют:

- теплообмен посредством проводимости, конвекции, теплового излучения и испарения на поверхности кожи;
- изменения кровообращения кожи и температуры артериальной крови, достигающей определенного участка тела.

В сухой окружающей среде температура кожи реагирует приблизительно через 3 мин на изменения температуры окружающего воздуха, излучения и скорости перемещения воздуха.

Число точек измерений должно быть определено в зависимости от желаемой степени точности, окружающих условий, технических требований и степени неудобства, которая приемлема для субъекта.

Поскольку температуры на поверхности тела являются очень неоднородными в окружающих условиях, близких к нейтральным, и в холодных окружающих средах, следует использовать схемы определения взвешенной оценки со многими точками измерений. По соображениям безопасности в очень холодных условиях может потребоваться измерение температур одного или нескольких пальцев рук и ног с обеих сторон тела.

В теплых и горячих окружающих условиях, за исключением наличия высокого асимметричного теплового излучения, локальные температуры кожи имеют тенденцию быть однородными, поэтому с достаточной точностью можно использовать взвешенные оценки с несколькими точками измерений.

6 Оценка температурной нагрузки на основе измерений частоты сердечных сокращений *HR*

6.1 Общая информация

Частота сердечных сокращений, ударов/мин, за временной интервал t, мин, определяют как $HR = n/t$, где n — число ударов сердца за этот интервал времени. Это значение измеряют в течение 1 мин.

За любое данное время частоту сердечных сокращений *HR* можно считать суммой нескольких компонентов, которые являются весьма зависимыми друг от друга:

$$HR = HR_0 + \Delta HR_M + \Delta HR_S + \Delta HR_T + \Delta HR_N + \Delta HR_i.$$

В настоящем стандарте рассмотрен только тепловой компонент ΔHR_T.

6.2 Принцип метода

В фактической ситуации выполнения работы компонент ΔHR_T можно оценить только во время перерыва в работе, если до этого была измерена частота сердечных сокращений в состоянии отдыха HR_0 и если можно пренебречь компонентами, обусловленными статическим напряжением и динамической работой мышц.

После прекращения мышечной нагрузки частота сердечных сокращений начинает быстро уменьшаться. Эта тенденция замедления *HR* в сторону значений состояния отдыха через определенное время восстановления прекращается, а тепловой компонент на момент измерения, т. е. в конце периода работы, можно оценить по формуле

$$\Delta HR_T = HR_r - HR_0.$$

Считают, что время восстановления *HR* с учетом компонентов, обусловленных статическим напряжением и динамической работой мышц, составляет 4 мин; оно может быть больше, если скорость обмена веществ в течение предыдущего рабочего периода была очень высокой. Поэтому необходимо измерять частоту сердечных сокращений непрерывно в течение первых минут восстановления.

6.3 Интерпретация

Увеличение частоты сердечных сокращений теплового происхождения ΔHR_T очень тесно связано с увеличением t_{cr}. Увеличение *HR* при увеличении t_{cr} на 1 °С называют сердечной тепловой реактивностью, которую выражают в ударах в минуту-градус Цельсия (ударов/мин · °С). Очень важны индивидуальные изменения тепловой реактивности. Даже у одного испытуемого этот параметр изменяется в зависимости от типа выполненной физической работы (и таким образом, от задействованной группы мышц) и от того, является ли температурная нагрузка экзогенной (зависящей от климатических условий) или эндогенной (обусловленной, главным образом, метаболизмом). Эта интерпретация должна учитывать все указанные факторы.

Тепловой компонент ΔHR_T является прямым индикатором перегрева, ощущаемого в тот момент.

7 Оценка физиологического перегрева на основе измерений потери массы тела Δm_{sw} в результате потоотделения

7.1 Принцип метода

Общая потеря массы тела Δm_g человека в течение данного временного интервала равна разности между массами тела, измеренными в начале и в конце этого интервала.

Δm_g — это сумма нескольких компонентов:

$$\Delta m_g = \Delta m_{sw} + \Delta m_{res} + \Delta m_0 + \Delta m_{wat} + \Delta m_{sol} + \Delta m_{clo}.$$

Применительно к настоящему стандарту рассмотрены потоотделение m_{sw} и чистый водный баланс тела.

7.2 Интерпретация

В теплой окружающей среде потоотделение можно считать показателем физиологического перегрева теплового происхождения. При этом учитывают не только пот, испаряющийся с поверхности кожи, но также капающий с поверхности тела или скапливающийся на одежде.

Чистый водный баланс ($\Delta m_{sw} + \Delta m_{res} + \Delta m_{wat}$) следует рассматривать для анализа риска обезвоживания организма. Регулярное потребление небольших объемов воды за весь период воздействия тепла позволяет компенсировать до 75 % потери жидкости, что можно считать нормой для акклиматизированных работников. Если работники не прошли акклиматизацию, то в противоположность этой величине периодичность, объем и качество потребления воды могут быть неадекватными. Поэтому желательно рассматривать случаи, когда потеря воды совсем не будет компенсирована.

В комфортных или несколько прохладных условиях потоотделение и водный баланс организма сокращаются и являются малопригодными для исследований. Вместе с тем для оценки степени комфорта значение Δm_{sw} можно сравнивать с прогнозируемым значением в зависимости от скорости обмена веществ.

Приложение А
(справочное)

Сравнение физиологических методов оценки температурной нагрузки

А.1 Общая информация

В таблице А.1 приведены технические требования для различных методов физиологических измерений температурной нагрузки. Использованы следующие критерии сравнения.

А.2 Сложность средств измерений

0 — простые;
1 — необходимо соответствие некоторым требованиям,
2 — комплексные.

А.3 Технические требования к процедурам измерений

0 — простой метод;
1 — требуется компетентный специалист;
2 — требуется медицинское наблюдение.

А.4 Непрерывность измерений

С — непрерывные измерения;
D — прерывистые измерения.

А.5 Препятствия в работе

0 — ограничение времени измерений;
1 — умеренные препятствия в работе;
2 — серьезные препятствия для нормального процесса работы.

А.6 Раздражающее воздействие на человека

0 — очень незначительное и ограниченное по продолжительности;
1 — ограниченное, за исключением случаев, когда метод не является оптимальным;
2 — психологического характера без физического раздражающего воздействия;
3 — умеренное физическое раздражающее воздействие.

А.7 Опасности для здоровья человека

0 — нет опасности;
1 — потенциальная опасность, если метод не является оптимальным;
2 — потенциальная опасность для людей с анатомическими отклонениями.

А.8 Стоимость средств измерений

0 — очень низкая;
1 — умеренная;
2 — от средней до высокой в зависимости от используемой системы;
3 — высокая.

Таблица А.1 — Сравнение физиологических методов оценки температурной нагрузки

Параметр	Сложность средств измерений	Технические требования	Непрерывность измерений	Препятствия в работе	Раздражающее воздействие	Опасности для здоровья	Стоимость средств измерений
$t_{ка}$	2	2	C	1	3	2	1
$t_{тв}$	1	0	C	0	2	1	1
t_{alb}	2	1	C	0	2	2	3
t_{ty} (датчик)	2	2	C	1	3	2	1
t_{ty} (ИК-прибор)	1	1[d]	D	0	1	1	1
$t_{вс}$	1	1	C	1	3	1	1
t_{ur}	1	0	D	0	2	0	0
HR: пульс[a] Частота сердечных сокращений[b] ЭКГ[c]	0 1 2	0 0 1	D C C	0 0 1	0 0 1	0 0 0	0 1 2
$t_{кк}$: контакт нет контакта	1 2	1 1	C D	1 0	1 0	0 0	2 3
Потоотделение	1	0	D	1	1	0	1

Окончание таблицы А.1

[a] Относится к регистрации частоты пульса на запястье.
[b] Относится к регистрации частоты пульса, определяемой по электрокардиограмме из одновременного анализа электрокардиографического сигнала.
[c] Относится к непрерывной регистрации электрокардиографического сигнала.
[d] Для получения точных значений должны быть установлены другие требования.

В таблице А.2 представлено сравнение различных методов в отношении их релевантности и трудности интерпретации для оценки температурной нагрузки по следующим критериям.

А.9 Релевантность в холодных, умеренных и горячих условиях

– не является существенной для оценки температурной нагрузки,

+ является существенной.

А.10 Требования к интерпретации данных

0 — прямая интерпретация;

1 — интерпретация, требующая начальной подготовки;

2 — интерпретация, требующая специальных знаний.

Таблица А.2 — Релевантность и требования интерпретации различных физиологических параметров в разных климатических условиях [границы между условиями определяются сезонной одеждой и интенсивностью работы (метаболизмом)]

Параметр	Релевантность			Интерпретация
	Холодная среда	Умеренная среда	Горячая среда	
t_{cr}	+	+	+	См. ниже по тексту
t_{sk}	+	–	+	1
t_{re}	–	+	+	0
t_{ab}	+	–	+	1
t_{ty} (датчик)	–	+	+	1
t_{ty} (ИК-прибор)	–	+	+	1
t_{ac}	–	+	+	1
t_{ur}	–	+	+	0
HR	–	–	+	2
t_{sk}	+	+	+	2
Потоотделение	–	+	+	1

Приложение В
(справочное)

Методы измерений

В.1 Измерение внутренней температуры тела

В.1.1 Введение

Измерения температуры выполняют с использованием датчика температуры (обычно используют стеклянный ртутный термометр, резисторный термометр, термопару или термистор) с точностью 0,1 °С и диапазоном измерений от 33 °С до 43 °С.

Датчик должен иметь низкую теплоемкость (это требование не столь важно для измерений ректальной температуры). Время достижения 90 % значения температуры должно быть как можно меньше и составлять не более 0,5 мин. Датчики с очень малой временной константой необходимо использовать для измерения температуры мочи.

Должны быть соблюдены специальные требования в отношении гигиены зонда и датчика. Они должны быть тщательно очищены. Все органические вещества должны быть удалены, затем должна быть проведена дезинфекция перекисью водорода, изопропиловым спиртом или этанолом. Для инвазивных исследований (например, прямой кишки), рекомендуется применять одноразовые зонды или проводить дополнительную очистку антивирусными средствами. Зонд необходимо тщательно вымыть чистой водой или стерильным соляным раствором для удаления всех остатков дезинфицирующего средства, которое могло бы вызвать раздражение или аллергию у следующего испытуемого.

По возможности, рекомендуется использовать одноразовые датчики, покрытые одноразовыми защитными элементами.

Все используемые электрические элементы должны соответствовать требованиям стандартов для биомедицинского оборудования, особенно в части электрической изоляции и тока утечки.

В.1.2 Температура пищевода t_{es}

Независимо от используемого метода измерение температуры пищевода причиняет некоторые неудобства, и испытуемый должен быть об этом предупрежден.

Рекомендуется вводить зонд через носовые отверстия, а не через рот. Наконечник зонда может быть покрыт болеутоляющим гелем для уменьшения дискомфорта при прохождении зондом носовых отверстий.

Самый простой способ размещения зонда заключается во введении катетера в носовые отверстия до определенной контрольной точки. Зонд вводят горизонтально, параллельно дну носа (т. е. по нижней носовой пазухе), поскольку этот путь обеспечивает прямой проход в носоглотку.

Длина катетера в этой точке должна составлять приблизительно 25 % высоты (роста) субъекта. Жесткость и форму датчика следует выбирать так, чтобы датчик не травмировал проходы, по которым его вводят. Диаметр катетера должен быть ограничен 1,5 мм. При использовании очень гибких катетеров возможно образование петель, из-за чего датчик может оказаться в пищеводе выше, чем необходимо, а его извлечение — болезненным или даже опасным.

Правильное положение датчика проверяют с помощью дополнительного электрода для регистрации изменений электрокардиограммы в зависимости от глубины проникновения в пищевод. Критерием правильного размещения датчика может служить двухфазная характеристика аурикулярной волны Р.

В соответствии с медицинскими требованиями положение зонда нельзя проверять с помощью рентгеноскопии.

В.1.3 Ректальная температура t_{re}

Датчик должен быть введен на расстояние не менее 100 мм (обычно от 100 до 150 мм) от отверстия заднего прохода. В зависимости от глубины введения датчика могут наблюдаться небольшие изменения температуры. Поэтому глубина введения должна остаться неизменной в течение процедуры измерений.

Следует избегать проведения измерений ректальной температуры на людях, страдающих локальными поражениями прямой кишки. Допускается применять стеклянный термометр, только если субъект находится в положении лежа и в покое. Обычно глубина введения стеклянных зондов меньше, чем гибких небьющихся зондов.

В.1.4 Температура брюшной полости t_{ab}

Датчик температуры представляет собой крошечный миниатюрный передатчик с частотной модуляцией (радиопилюля), в котором частота передаваемого импульса модулируется термистором. Все устройство заключено в капсулу, и эта радиопилюля может быть заглотана без каких-либо затруднений. Сигнал принимает телеметрическая аппаратура с помощью всенаправленной антенны, прикрепляемой к ремню.

Перед проглатыванием радиопилюля должна быть калибрована в ванне с водой, температура которой доведена до 37,0 °С.

Положение радиопилюли после глотания нельзя проверять с помощью рентгеноскопии. Если субъект исследования не выделяет радиопилюлю в течение 72 ч после приема, ее присутствие или отсутствие в животе следует проверять по наличию передаваемого радиосигнала.

В.1.5 Температура ротовой полости t_{or}

Датчик помещают под язык ближе к основанию языка. Во время процедуры измерений рот должен оставаться закрытым. Датчик должен быть небольшим по размеру, плоским и иметь низкую теплоемкость. Зонд должен быть достаточно гибким, чтобы рот можно было держать закрытым без неудобств для испытуемого.

Измеренную температуру можно рассматривать только в качестве удовлетворительной аппроксимации внутренней температуры тела при выполнении следующих условий:

- температура окружающей среды выше 18 °С;
- время, в течение которого рот остается закрытым до снятия показаний:
- в прохладной окружающей среде (температура воздуха от 18 °С до 30 °С) — не менее 8 мин,
- в теплой окружающей среде (температура воздуха более 30 °С) — не более 5 мин;
- не было питья, приема пищи или курения в течение 15 мин до введения датчика.

В.1.6 Температура среднего уха t_{ty}

Перед выполнением измерений должно быть проведено отоскопическое обследование для проверки хорошего состояния среднего уха и стенок слухового прохода. Все отложения ушной серы должны быть удалены.

Температуру среднего уха можно измерять с помощью термистора или термопары.

Контакт между датчиком и средним ухом (барабанной полостью) легко определяют по ощущениям субъекта. Форма датчика и жесткость зонда имеют определяющее значение для исключения повреждения барабанной перепонки. Датчик должен иметь низкую теплоемкость, чтобы его влияние на тепловое равновесие среднего уха создавало минимальные помехи.

Температуру среднего уха можно считать приемлемым индикатором внутренней температуры тела только в том случае, если:

- начальное положение датчика остается неизменным в течение процедуры измерений;
- обеспечена теплоизоляция слухового прохода и внешнего наружного уха от окружающих условий;
- обеспечены следующие климатические условия вокруг головы субъекта: температура воздуха от 18 °С до 58 °С, скорость движения воздуха менее 1 м/с и средняя температура излучения близка к температуре воздуха.

При наличии согласно условиям работы или прямого теплового излучения на голову, или сильной конвекции (скорость движения воздуха более 1 м/с) корректные результаты измерения можно получить только в том случае, если дополнительно к устройству, изолирующему ухо, на субъекте будет надет шлем, закрывающий большую часть поверхности головы, за исключением лица.

Температуру среднего уха можно также измерить с помощью бесконтактного термометра ИК-излучения. Для применения этой аппаратуры в дополнение к вышеупомянутым условиям следует обеспечить условия, при которых прибор измеряет только температуру барабанной перепонки, а не стенок слухового прохода. Затрудняющими выполнение этих условий факторами являются:

- слишком широкий угол измерений у датчика;
- отсутствие управления фокусом датчика;
- узкий и/или извилистый слуховой проход;
- волосы в ушном канале;
- присутствие ушной серы и
- сложности в обеспечении изоляции ушного канала.

По этим причинам значения, полученные при измерении ИК-приборами, используемыми в прерывистом режиме, часто оказываются недействительными. В случае применения ИК-приборов климатические условия вокруг головы субъекта должны быть следующими: температура окружающего воздуха от 18 °С до 30 °С, скорость движения воздуха менее 0,2 м/с, средняя температура излучения близка к температуре окружающего воздуха.

В.1.7 Слуховой канал t_{ac}

При оценке болевых ощущений и опасностей, связанных с измерением температуры среднего уха, предпочтение необходимо отдавать измерению температуры слухового прохода. Порядок введения датчика такой же, как для измерений t_{ty}, но, как только установлен контакт со средним ухом, датчик выводят обратно на некоторое расстояние (не более 10 мм). В другом варианте датчик может быть введен через ушную вставку таким образом, что когда вставка установлена в слуховом проходе, датчик помещают на расстоянии не менее 10 мм от среднего уха.

Условия применения идентичны условиям для измерений температуры среднего уха, за исключением того, что максимальная разница между температурой воздуха и t_{ac} должна составлять 10 °С.

Вместе с тем строгое соблюдение всех условий позволяет получить только аппроксимацию внутренней температуры тела. При невозможности соблюдения всех условий t_{cr} следует измерять на другом участке тела (t_{re} или t_{es}).

В.1.8 Температура мочи t_{ur}

Измерение выполняют с использованием термоизоляционного сборника и датчика с очень коротким временем отклика. Температуру необходимо регистрировать в течение мочеиспускания и непосредственно под струей мочи с помощью датчика, помещенного в сосуд для сбора мочи. Рекомендуется выполнять измерения в окружающей среде при температуре воздуха от 15 °С до 25 °С.

В.2 Измерение температуры кожи

Рекомендуется выполнять измерения температуры кожи посредством бесконтактных ИК-лучей, если это технически возможно. Однако для этого требуется, чтобы субъект был обнаженным.

Независимо от используемого метода измерения следует выполнять с использованием датчиков с точностью ± 0,1 °С и шкалой от 25 °С до 40 °С. Для измерений температуры кожи в холодных условиях, например при контакте с холодными поверхностями, эта шкала должна допускать измерения с 0 °С. Датчик должен иметь низкую теплоемкость и время достижения 90 % значения температуры менее 0,5 мин.

При проведении контактных измерений и для уменьшения влияния окружающей среды датчик должен быть плоским и асимметричным, а его поверхность, не входящая в контакт, должна быть теплоизолированной. Для исключения влияния локальных факторов датчик можно закрепить на коже теплопроводящей липкой лентой. Вместе с тем следует избегать использования лент, способных изменять температуру путем конвекции, излучения и испарения. В этом случае должны быть внесены адекватные коррекции.

Для определения средней температуры кожи, исходя из локальных температур, измеренных на различных участках тела, предложено много схем получения взвешенной оценки с использованием серии точек измерений от 1 до 14. В целях систематизации проведения измерений и возможности сопоставления результатов рекомендуются три схемы определения взвешенной оценки, использующие 4, 8 и 14 точек измерений. В таблице В.1 показаны 14 мест измерения локальной температуры. Существуют другие методы определения температуры кожи с использованием других точек измерений и различного их числа.

Температуру t_{sk} вычисляют путем определения взвешенной оценки по локальным температурам с коэффициентами, соответствующими относительной площади поверхности тела, которую представляет точка измерений. В таблице В.1 приведены весовые коэффициенты, которые следует использовать для указанных трех схем.

В условиях, близких к нейтральным, и в холодной окружающей среде рекомендуются схемы, использующие 8 или 14 точек, при возможном добавлении дополнительных точек (палец руки, палец ноги и т. д.).

Для теплых или горячих условий можно выбрать схему, использующую 4 точки, за исключением случая с наличием очень асимметричного теплового излучения.

Таблица В.1 — Участки измерений и весовые коэффициенты

Участок		4 точки	8 точек	14 точек
1	Лоб	—	0,07	1/14
2	Шея	0,28	—	1/14
3	Правая лопатка	0,28	0,175	1/14
4	Левая верхняя часть грудной клетки	—	0,175	1/14
5	Правая рука в верхнем положении	—	0,07	1/14
6	Левая рука в нижнем положении	—	0,07	1/14
7	Правая рука	0,16	0,05	1/14
8	Правая сторона живота	—	—	1/14
9	Левая околопозвоночная сторона	—	—	1/14
10	Правая передняя сторона бедра	—	0,19	1/14
11	Левая задняя сторона бедра	—	—	1/14
12	Правая голень	0,28	—	1/14
13	Левая икра	—	0,2	1/14
14	Правый подъем стопы	—	—	1/14

Температуру кожи t_{sk} вычисляют по формуле

$$t_{sk} = \sum_{i=1}^{N} k_i t_{ski},$$

где N — число точек измерений.

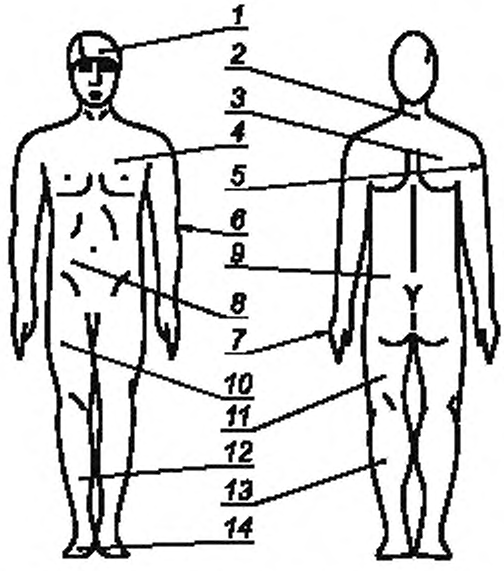

Рисунок В.1 — Расположение мест измерений, представленных в таблице В.1

В.3 Измерения частоты сердечных сокращений *HR*

Самый простой метод состоит в подсчете пульса на уровне радиальной или каротидной артерии. Для метода ручного подсчета необходима неподвижность испытуемого. Метод позволяет получить только прерывистую оценку частоты сердечных сокращений.

Подсчет можно проводить непрерывно с использованием плетизмографа на пальце руки или на ушной раковине. Вместе с тем причиняемое раздражение и ошибки, соответствующие этому методу, могут оказаться слишком большими, а поэтому предпочтение следует отдавать методам регистрации сигналов электрокардиографом (ЭКГ).

Сигналы ЭКГ, собираемые электродами, расположенными на теле человека, передаются телеметрической аппаратурой или регистрируются непосредственно в миниатюрном аналоговом или цифровом записывающем устройстве, которое носит субъект.

В.4 Измерения потери массы тела Δm

Точность шкалы взвешивания, используемой для измерений потери массы тела, должна быть не менее 50 г. Более точную шкалу следует использовать для измерений масс выделений и принимаемой пищи: рекомендуемая шкала измерений от 0 до 5 кг с точностью ± 20 г.

В идеальном случае субъекта следует взвешивать обнаженным, чтобы избежать необходимости учета компонента m_{clo} вследствие смены одежды или накопления пота в одежде.

Потерю массы вследствие испарения через дыхательные пути Δm_{res} определяют как

$$\Delta m_{res} = 0{,}00075\, A_{Du}\, M\, (5{,}624 - p_a)\, \Delta t,$$

где значение Δm_{res} измеряют в граммах.

Потерю массы тела вследствие разницы массы углекислого газа и кислорода Δm_o определяют как

$$\Delta m_o = 0{,}01\, A_{Du}\, M\, (R - 0{,}73)\, \Delta t,$$

где значение Δm_o измеряют в граммах.

Приложение С
(справочное)

Предельные значения физиологических параметров температурной нагрузки

С.1 Введение

Приведенные ниже рекомендуемые значения установлены с учетом риска для здоровья, с которым сталкивается взрослый физически здоровый субъект в зависимости от особенностей использования методов, но без учета критериев выполнения методов и навыков персонала.

Эти предельные значения по физиологическим показаниям согласованы, за исключением случаев, определенных иным образом, со значениями, принятыми в ИСО 7933[1]. Они касаются профессиональных воздействий, а не клинических или лабораторных условий, в которых допускаются более широкие пределы.

С.2 Внутренняя температура тела

Внутренняя температура тела не должна отклоняться от пределов, указанных ниже.

С.2.1 В горячих окружающих средах

Предельные значения зависят от скорости повышения внутренней температуры тела и используемых методов физиологических измерений.

В случае медленного накопления тепла (т. е. увеличение примерно на 1 °С не менее чем за 1 ч) предел устанавливают на увеличение температуры на 1,0 °С или на достижение температуры 38,0 °С в зависимости от того, что наступит раньше при следующих условиях:

a) если t_{cr} измеряют периодически, безотносительно используемого метода;

b) при измерении температуры слухового канала и температуры среднего уха, поскольку неизменно правильное расположение датчика труднодостижимо;

c) при отсутствии компетентного медицинского персонала,

d) если не измеряют никакой другой физиологический параметр.

В случае быстрого накопления тепла (увеличение температуры на 1 °С менее чем за 1 ч) эти же предельные значения применяют в тех же условиях, а также при измерении температуры прямой кишки или брюшной полости, поскольку в них температура повышается медленнее, чем температура центров терморегуляции.

В других условиях и, в особенности, когда мониторинг температуры пищевода, а также частоты сердечных сокращений осуществляется непрерывно, допускаются более высокие предельные значения, например увеличение температуры на 1,4 °С или достижение температуры 38,5 °С, в зависимости от того, что наступит раньше.

Допускается температура выше 38,5 °С при соблюдении следующих условий:

1) субъекты прошли медицинское освидетельствование;

2) они акклиматизированы к теплу путем повторяющегося воздействия этой окружающей среды и адаптированы к выполняемой работе;

3) осуществлено непрерывное медицинское наблюдение и подготовлены средства для оказания экстренной помощи;

4) температуру пищевода отслеживают непрерывно;

5) осуществлен одновременный мониторинг других физиологических параметров, в частности, частоты сердечных сокращений;

6) воздействие может быть прекращено при появлении первых признаков непереносимости, например ощущений слабости, головокружения или тошноты;

7) работнику разрешается покидать рабочее место в порядке, какой он (она) считает необходимым.

Не рекомендуется какое-либо увеличение внутренней температуры тела выше 39 °С.

С.2.2 В холодных окружающих средах

В этом случае уместны измерения только t_{es}, t_{re} и t_{ab}.

Для этих температур должен быть установлен нижний предел 36,0 °С:

a) если эти температуры периодически проверяют;

b) если воздействие повторяется в течение одного дня.

При исключительных обстоятельствах на короткие периоды времени допускаются более низкие температуры при следующих условиях:

1) субъекты прошли медицинское освидетельствование;

2) одновременно контролируют локальные температуры кожи и соответствующие предельные значения (см. С.3),

3) работнику разрешено покидать рабочее место в порядке, какой он(она) считает необходимым.

---

[1] Кроме того, должны быть учтены требования к гигиене труда.

С.3 Предельные значения для температуры кожи

По причинам, изложенным выше, предельные значения, указанные ниже, касаются только болевого порога. В соответствии с этими критериями в горячей окружающей среде максимальная локальная температура кожи составляет 43 °С.

В холодной окружающей среде минимальная локальная температура кожи составляет 15 °С (в особенности для конечностей: пальцев рук и ног, лица).

С.4 Частота сердечных сокращений

Увеличение частоты сердечных сокращений вследствие температурной нагрузки ΔHR_T составляет в среднем 33 удара/мин при повышении температуры тела на 1 °С.

Однако у разных людей эта реактивность сердца на тепло различается в значительной мере. Поэтому в случае, когда *HR* является единственным отслеживаемым физиологическим параметром, разумно установить верхний предел для компонента ΔHR_T приблизительно в 33 удара/мин.

В ситуациях, в которых температурная нагрузка, вероятно, будет очень высокой (по прогнозу метода, описанного в ИСО 7933), необходимо дополнительное измерение температуры t_{cr}. Дополнительно используемая система должна обеспечивать мониторинг в режиме реального времени частоты сердечных сокращений в течение всего воздействия.

Значение *HR* на рабочем месте не должно превышать для человека максимального значения, уменьшенного примерно на 20 ударов/мин. В идеальном варианте его необходимо определять индивидуально путем специальных исследований. Если такой подход не представляется возможным, это значение можно спрогнозировать по следующей формуле:

$$HR_{\text{L}} = 185 - 0{,}65 \cdot \text{возраст}.$$

Следует, однако, учитывать, что индивидуальное значение может отклоняться от этого среднего значения более чем на 20 ударов/мин, а поэтому использование указанного значения может представлять существенный риск для некоторых субъектов.

Частота сердечных сокращений за длительный период работы не должна превышать значения

$$HR_{\text{L длительное}} = 180 - \text{возраст}.$$

В соответствии с максимальным пределом 39 °С, установленным для внутренней температуры тела, максимальный предел для увеличения *HR* теплового происхождения можно установить равным 60 ударов/мин. Это значение применяют в тех же ситуациях и, в особенности, когда обеспечены медицинское наблюдение и непрерывный контроль.

С.5 Потеря массы тела

В соответствии с ИСО 7933 потоотделение должно быть ограничено 1,0 л/ч для субъектов без акклиматизации и 1,25 л/ч для акклиматизированных субъектов.

Что касается общего водного баланса организма ($\Delta m_{sw} + \Delta m_{res} + \Delta m_{wat}$), то этот предел должен быть установлен в 5 % массы тела во избежание обезвоживания.

Приложение D
(справочное)

Сведения о соответствии национального стандарта Российской Федерации ссылочному международному стандарту

Таблица D.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 7933.2004	*
* 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.	

Библиография

[1] ИСО 7243:1989 Горячая окружающая среда. Оценка температурной нагрузки работающего человека, основанная на индексе WBGT (температуре влажного шарика психрометра)

(ISO 7243:1989) (Hot environments; estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature))

[2] ИСО 7726:1998 Эргономика тепловой окружающей среды. Инструменты и методы для измерения физических количеств

(ISO 7726:1998) (Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities)

[3] ИСО 7730:2005 Эргономика тепловой окружающей среды. Аналитическое определение и интерпретация теплового комфорта с вычислением индексов PMV и PPD и локального теплового комфорта

(ISO 7730:2005) (Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria)

[4] ИСО 8996:2004 Эргономика тепловой окружающей среды. Определение показателя скорости обмена веществ

(ISO 8996:2004) (Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate)

[5] ИСО 9920:2007 Эргономика тепловой окружающей среды. Оценка теплоизоляции и испаряющего сопротивления комплекта одежды

(ISO 9920:2007) (Ergonomics of the thermal environment — Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble)

[6] ИСО 11079:2007 Оценка холодной окружающей среды. Определение расчетной величины требуемой теплоизоляции одежды (IREC)

(ISO 11079:2007) (Ergonomics of the thermal environment — Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects)

[7] ИСО 11399:1995 Эргономика тепловой окружающей среды. Принципы и применение соответствующих международных стандартов

(ISO 11399:1995) (Ergonomics of the thermal environment — Principles and application of relevant international standards)

[8] ИСО 12894:2001 Эргономика тепловой окружающей среды. Медицинский контроль лиц, подвергающихся воздействию экстремально жаркой или холодной окружающей среды

(ISO 12894:2001) (Ergonomics of the thermal environment — Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments)

[9] ИСО 13731:2001 Эргономика тепловой окружающей среды. Словарь и условные обозначения

(ISO 13731:2001) (Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols)

УДК 658:382:006.354 ОКС 13.180 Т58

Ключевые слова: эргономика, эргономика термальных сред, частота сердечных сокращений; средняя скорость обмена веществ; температура; внутренняя температура тела; ректальная температура; температура ротовой полости; температура кожи

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 09.02.2009. Подписано в печать 05.03.2009. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,97. Тираж 126 экз. Зак. 121.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru