ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 14505-3— 2010

Эргономика термальной среды

ОЦЕНКА ТЕРМАЛЬНОЙ СРЕДЫ В ТРАНСПОРТНОМ СРЕДСТВЕ

Часть 3

Оценка температурного комфорта с привлечением испытателей

ISO 14505-3:2006
Ergonomics of the thermal environment — Evaluation of thermal environments in vehicles — Part 3: Evaluation of thermal comfort using human subjects (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

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 25 ноября 2010 г. № 530-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 14505-3:2006 «Эргономика термальной среды. Оценка термальной среды в транспортном средстве. Часть 3. Оценка температурного комфорта на основе испытаний на человеке» (ISO 14505-3:2006 «Ergonomics of the thermal environment — Evaluation of thermal environments in vehicles — Part 3: Evaluation of thermal comfort using human subjects»)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

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, 2011

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 и определения 1
4 Оценка среды транспортного средства с привлечением испытателей 2
5 Принципы оценки 2
6 Разработка испытаний с привлечением испытателей 3
7 Метод испытаний для оценки температурного комфорта в транспортном средстве 6
Приложение А (обязательное) Метод испытаний для оценки температурного комфорта в транспортном средстве 7
Приложение В (справочное) Пример анкеты на одной странице 9
Приложение С (справочное) Пример оценки температурного комфорта в транспортном средстве с помощью испытаний 10
Приложение D (справочное) Пример оценки температурного комфорта типов остекления в транспортном средстве 11
Приложение Е (справочное) Пример оценки температурного комфорта типов сидений транспортного средства 13
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам) 15
Библиография 15

Введение

Прямые методы оценки термальной среды (горячей, нормальной, холодной) в транспортных средствах включают использование ответов испытателей. Существует три группы методов: субъективные, объективные и поведенческие методы. Субъективные методы основаны на экспертной оценке среды с использованием субъективных оценок испытателей. Объективные методы основаны на оценке физического, физиологического или умственного состояния человека с применением измерительного оборудования или оценки показателей работоспособности человека. Поведенческие методы основаны на анализе поведения человека, находящегося под воздействием среды. Все методы основаны на общих принципах, а выбор наиболее подходящего метода или комбинации методов для оценки термальной среды в транспортном средстве зависит от конкретных условий и особенностей исследуемой среды и транспортного средства. В настоящем стандарте приведены принципы и методы оценки температурного комфорта в транспортном средстве с привлечением испытателей. Наиболее подходящими методами для оценки температурного комфорта в транспортном средстве являются субъективные методы. Принципы построения шкал субъективных оценок приведены в ИСО 10551[1)] и использованы в настоящем стандарте. Методы физиологических измерений соответствующих характеристик человека описаны в ИСО 9886[2)] и выходят за рамки настоящего стандарта.

Настоящий стандарт дополняет стандарты, относящиеся к эргономике термальной среды и, в частности, может быть использован вместе с температурными индексами, которые пригодны для оценки среды внутри транспортного средства.

Международный стандарт, на основе которого подготовлен настоящий стандарт, разработан техническим комитетом ИСО/ТС 159 «Эргономика».

[1)] ИСО 10551:1995 Эргономика тепловой окружающей среды. Определение влияния тепловой окружающей среды с использованием шкал субъективной оценки.

[2)] ИСО 9886:2004 Эргономика. Оценка температурной нагрузки на основе физиологических измерений.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика термальной среды

ОЦЕНКА ТЕРМАЛЬНОЙ СРЕДЫ В ТРАНСПОРТНОМ СРЕДСТВЕ

Часть 3

Оценка температурного комфорта с привлечением испытателей

Ergonomics of the thermal environment. Evaluation of thermal environments in vehicles.
Part 3. Evaluation of thermal comfort using human subjects

Дата введения — 2011—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает стандартный метод испытаний для оценки температурного комфорта в транспортном средстве, в процессе которого воздействию среды подвергают испытателей. Настоящий стандарт устанавливает общие принципы оценки. Приведенный в стандарте метод оценки температурного комфорта может быть использован для определения критериев оценки комфортности работы людей в условиях транспортного средства. Метод может быть использован при разработке и оценке транспортного средства.

Настоящий стандарт применим ко всем типам транспортных средств, включая автомобили, автобусы, грузовики, внедорожные транспортные средства, поезда, самолеты, корабли, подводные лодки, кабины кранов и др. Стандарт применим в ситуациях, когда человек находится внутри транспортного средства и подвергается воздействию его условий. На людей, подвергающихся воздействию внешних условий, например мотоциклистов или велосипедистов, водителей открытых спортивных автомобилей и операторов вилочных погрузчиков без кабин, преобладающее влияние оказывают скорость транспортного средства и погодные условия. Однако приведенные принципы оценки могут быть применены и в этом случае.

Настоящий стандарт применим как к пассажирам, так и к операторам транспортного средства.

В стандарте приведены принципы оценки температурного комфорта, методы испытаний и измерений, а также используемые для оценки субъективные методы.

Настоящий стандарт является основным эргономическим стандартом, который может быть использован при разработке стандартов на конкретные транспортные средства и другую продукцию.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 12894 Эргономика термальной среды. Медицинский контроль над людьми, подвергаемыми воздействию экстремально горячей или холодной среды (ISO 12894, Ergonomics of the thermal environment — Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments)

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

3 Термины и определения

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

3.1 **холодовой стресс** (cold stress): Стресс, вызванный воздействием на человека климатических условий, при которых теплоотдача тела больше или равна уровню теплового баланса, поддерживаемого за счет значительной физиологической нагрузки, которая не всегда может быть компенсирована.

Издание официальное

3.2 **эквивалентная температура** (equivalent temperature): Температура однородного пространства со средней температурой излучения равной температуре воздуха при нулевой скорости воздушного потока, в котором человек теряет такое же количество тепла за счет конвекции и излучения, как в условиях реальной окружающей среды.

3.3 **тепловой стресс** (heat stress): Стресс, вызванный воздействием на человека климатических условий, в которых теплоотдача тела меньше или равна уровню теплового баланса, поддерживаемого за счет значительной физиологической нагрузки, которая не всегда может быть компенсирована.

3.4 **HVAC-система** (HVAC-system[1)]): Система отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха внутри транспортного средства или кабины.

3.5 **локальная эквивалентная температура** (local equivalent temperature): Температура камеры с однородным пространством и средней температурой излучения, равной температуре воздуха при нулевой скорости воздушного потока, в которой определенный участок поверхности тела человека теряет такое же количество тепла за счет конвекции и излучения, как в реальных условиях.

3.6 **температурная асимметрия** (thermal asymmetry): Состояние, в котором противоположные части тела человека подвергаются воздействию различных температурных условий.

3.7 **термонейтральная зона** (thermoneutral zone): Диапазон температур окружающей среды, при которых тело поддерживает тепловой баланс исключительно за счет вазомоторных реакций[2)].

4 Оценка среды транспортного средства с привлечением испытателей

Несмотря на то, что математическая и физическая модели и температурные индексы могут обеспечить надежные методы оценки и высокую повторяемость результатов, среда в транспортном средстве часто является сложной, динамической и подвергается влиянию большого количества факторов. По этой причине указанные методы часто ограничены в применении. Для выполнения прямых методов оценки температурного комфорта, а также для валидации других методов необходимо использовать испытателей. Методы с привлечением испытателей следует использовать только в тех случаях, если это позволяют этика и традиции в соответствии с ИСО 12894. Целью применения испытаний с привлечением испытателей являются:

- оценка температурного комфорта среды в транспортном средстве;
- подготовка или выполнение стандартных методов испытаний на температурный комфорт в транспортном средстве;
- сравнение температурного комфорта в транспортном средстве с результатами прогноза (моделями, показателями), основанными на измерениях термальной среды в транспортном средстве;
- определение взаимосвязи объективных измерений, таких как температура тела, с субъективными оценками температурного комфорта.

5 Принципы оценки

5.1 Субъективные методы

Субъективные методы используют оценки человеком (испытателем) исследуемой среды по специальной (субъективной) шкале. Такие шкалы представляют собой ряд значений/оценок, основанных на психологическом восприятии человеком окружающей среды. Для правильной интерпретации результатов важно знать особенности шкалы. При оценке температурного комфорта часто используют шкалы оценки температурной чувствительности (жарко или холодно), температурного предпочтения, комфортности и липкости. Преимуществами субъективных методов являются легкость в применении и их прямая связь с психологическим восприятием. К недостаткам субъективных методов можно отнести то, что испытатели могут влиять на результаты измерений, некоторые группы не могут выполнить задание самостоятельно (например, младенцы, дети, инвалиды), кроме того нет объяснений особенностям субъективной оценки. При построении субъективной шкалы следует руководствоваться ИСО 10551 [2]. Существует пять типов шкалы: шкала чувствительности (Что вы сейчас ощущаете? например, жару); шкала комфортности (Как вы это воспринимаете? например, комфортно); шкала отношения предпочтений (Какую бы вы предпочли среду? например, более холодную); шкала приемлемости (Приемлемо/неприемлемо?); шкала удовлетворенности (Является ли эта среда допустимой?). На основе этих шкал могут быть разработаны соответствующие анкеты. Субъективные методы, установленные в настоящем стандарте, рассматривают температурный комфорт, но не рассматривают «толерантность».

[1)] HVAC-system — heating, ventilating and air-conditioning system.

[2)] Реакции кровеносных сосудов, проявляющиеся их сужением или расширением.

5.2 Объективные методы

Объективные методы позволяют определить физическое или умственное состояние человека с использованием измерительного оборудования или показателей работоспособности. Метод основан на оценке состояния человека (например, температурного комфорта) по результатам измерений. В качестве примера можно привести измерение средней температуры кожи тела, результат которого зависит от терморегуляторной реакции человека на тепло или холод (основа метода) и проявляется в субъективной оценке человеком комфорта, что было доказано исследованиями. Другим примером может служить измерение влажности кожи. К недостаткам объективных методов можно отнести то, что процесс измерений часто влияет на результат измерений, связь между результатами измерений и оценкой температурного комфорта обладает некоторой неопределенностью, а ощущение температурного комфорта полностью определяется психологическим состоянием человека. Преимуществом объективных измерений является то, что они не зависят от результатов других методов, например субъективных, и могут быть использованы для их дополнения. Методы измерений и интерпретации физиологической нагрузки на основе внутренней температуры тела, средней температуры кожи, пульса и потери массы тела приведены в ИСО 9886 [1]. Другие показатели, например изменчивость частоты сердечных сокращений, также могут быть использованы.

5.3 Поведенческие методы

Поведенческие методы основаны на наблюдении за поведением человека под воздействием среды. Каждый аспект поведения человека связан с его исследуемым состоянием (например, состояние температурного комфорта в транспортном средстве), а для оценки необходим метод интерпретации. Примерами являются: изменения в позе, траектории перемещения (например, удаление от некомфортной зоны), и популярность тех или иных сидячих мест (например, если некоторые сиденья находятся на сквозняке, их занимают в последнюю очередь). Преимуществами поведенческих методов являются минимальное влияние метода на оценку и непосредственная оценка дискомфорта. К недостаткам метода относятся трудности в установлении достоверности метода и интерпретации результатов наблюдений с точки зрения температурного комфорта. Например, изменение в позе может быть произведено из-за дискомфорта, вызываемого стулом или другой «нетемпературной» причиной.

5.4 Оценка температурного комфорта

Для оценки температурного комфорта наиболее эффективны субъективные методы. Это вызвано тем, что ощущение комфорта является психологическим явлением и субъективная оценка представляет собой прямой метод, позволяющий дать количественную оценку. Поэтому в настоящем стандарте для оценки температурного комфорта использован простой метод испытаний, являющийся субъективным методом. В качестве дополнения представленного метода могут быть использованы объективные и поведенческие методы, однако они требуют проведения исследований, выходящих за рамки настоящего стандарта.

6 Разработка испытаний с привлечением испытателей

6.1 Цель испытаний

Проектирование и разработка испытаний или оценки воздействия среды транспортного средства на человека зависит от поставленных целей. Однако существуют общие принципы проектирования и разработки испытаний.

Обычно испытания транспортного средства на температурный комфорт включают перемещение транспортного средства по указанному маршруту, измерение рабочих условий и фиксирование оценок пассажирами температурного комфорта. В некоторых специальных случаях применяют имитационное моделирование.

Оптимальный план испытаний обеспечивает достижение целей с рациональным использованием ресурсов. Чтобы добиться этого, необходимо четко поставить цели исследований. Например, если целью является сравнение температурного комфорта трех типов сидений транспортного средства, наилучшим является план эксперимента, при котором каждый испытатель сидит на всех типах сиденья (в установленном порядке) в одинаковых условиях. Для оценки показателя температурного комфорта оптимальным является план эксперимента с широким диапазоном условий среды, включая типы сидений. Если должны быть выполнены обе цели, то необходимо чтобы оба типа требований были учтены при планировании эксперимента. Следовательно, необходимо точно представлять себе цели испытаний.

6.2 Выбор испытателей

Надежным методом оценки среды является использование экспертной группы. Такую методику применяют при дегустации вин, когда признанные эксперты высказывают свое мнение относительно качес-

тва вин. Для использования необходимы беспристрастные признанные эксперты. Но данный метод не подходит для оценки температурного комфорта, поскольку здесь особенно важно избежать предвзятости.

Для обеспечения беспристрастности обычно к испытаниям привлекают группы случайных людей, которые представляют исследуемую совокупность. Процедура выбора испытателей относится к вопросам статистического выборочного контроля и влияющих на результаты факторов, таких как возраст, пол, водительский стаж и антропометрия. Количество испытателей зависит от цели и плана эксперимента. Расчет необходимого объема выборки может быть сделан на основе мощности статистического критерия, т. е. вероятности принятия альтернативной гипотезы (например, транспортное средство А является более комфортным, чем транспортное средство Б) в случае, когда она верна. Практическое значение имеет отношение людей к обработке результатов испытаний. Если имеются три автомобиля и сравнивают три типа остекления (т.е. испытывают девять условий), то с помощью девяти людей можно использовать план эксперимента в виде латинского квадрата 9×9. Это план, в котором каждый человек подвергается воздействию каждого условия в установленном порядке. В эксперименте с повторными измерениями все испытатели подвергаются воздействию всех условий. Считается, что при нормальном распределении ответов увеличение количества испытателей не повышает репрезентативности данных в выборке, представляющей совокупность. Объем выборки больший или равный восьми обычно является достаточным. Также полезно учитывать прогнозируемую вероятность ответов испытателей. Например, если сравнивают два транспортных средства, используя оценки четырех человек, то вероятность того, что все четыре испытателя предпочтут транспортное средство А транспортному средству Б в результате случайного стечения обстоятельств (в то время как на самом деле между ними нет разницы в комфорте) равна $(1/2)^4 = 1/16$ или 6,25 %. Поэтому четырех испытателей недостаточно для принятия решения с уровнем значимости 5 % даже в случае экстремального результата.

Например, если все испытатели предпочли вариант А варианту Б, то это можно считать достаточным доказательством того, что вариант А является более комфортным, чем вариант Б. Следовательно, полезно оценить, сколько испытателей понадобится для фактического достижения значения уровня значимости. Может случиться, что для достижения требуемого уровня значимости потребуется привлечение большого количества испытателей, но это может оказаться неоправданным с практической точки зрения, поскольку при применении статистических методов в любом случае не следует забывать о практическом опыте и здравом смысле.

6.3 Анализ ответов испытателей

6.3.1 Общие положения

Ответы испытателей отбирают в соответствии с целями испытаний. Обычно, для оценки температурного комфорта используют субъективные оценки испытателя. Иногда в качестве дополнений субъективных измерений используют объективные измерения, в основном средней температуры кожи (и иногда потери жидкости из-за потоотделения). Для каждой ситуации должны быть разработаны субъективные шкалы, основанные на принципах, устанавливаемых с учетом многообразия мнений испытателей на основе психологических методик. Существуют разработанные субъективные шкалы для оценки температурного комфорта. Примеры приведены ниже. Важно отметить, что способ представления и особенности шкалы могут влиять на результаты. Например, анкета, расположенная на одной странице, предпочтительнее, чем анкета на нескольких страницах. Должны быть точно установлены вопросы анкеты.

Частота заполнения анкеты должна соответствовать общей цели эксперимента. Трудности представляет перевод анкет и показателей шкалы (например, с английского) и учет культурных аспектов отбора испытателей. Сведения о предыдущих оценках обычно не предоставляются. Необходимы подготовка людей и пробные поездки по маршруту испытаний. Некоторые шкалы используют как для оценки общего комфорта, так и для оценки комфорта отдельных участков тела. Ниже приведены шкалы, разработанные в соответствии с ИСО 10551.

6.3.2 Субъективные шкалы

Ниже приведены шкалы температурной чувствительности, некомфортности, липкости и предпочтений.

а) Шкала температурной чувствительности

Пожалуйста, укажите по данной шкале свои ощущения:

+ 3 жарко;
+ 2 тепло;
+ 1 немного тепло;
0 нейтрально;

– 1 немного прохладно;
– 2 прохладно;
– 3 холодно.

Шкала представляет собой шкалу чувствительности Международной организации по стандартизации. Использование стандартной шкалы позволяет проводить непосредственное сравнение полученных оценок с оценками международных стандартов и результатами других исследований. Значение имеет то, что конкретный человек (а не другой человек или группа лиц) фактически ощущает (независимо от того как выглядит окружающая среда) в настоящий момент. Форма шкалы выражена в дискретных интервалах, однако, с помощью соединения прямыми линиями может быть использована непрерывная форма шкалы. Например, оценка между 1 и 2 (обозначенная отметкой на линии между 1 и 2) показывает, что испытатель ощущает что-то между состоянием «легкого тепла» и «тепла» и этой отметке может быть присвоено числовое значение, например 1.3. Непрерывные формы также применяют для нижеследующих шкал. При необходимости шкала может быть дополнена значениями «очень жарко» и «экстремально жарко» (или «очень холодно» и «экстремально холодно»).

b) Шкала некомфортности
3 Очень некомфортно;
2 Некомфортно;
1 Немного некомфортно;
0 Комфортно.

c) Шкала липкости
3 Очень липкая кожа;
2 Липкая кожа;
1 Немного липкая кожа;
0 Кожа не липкая.

Шкалы b) и c) имеют схожую форму с отсутствием воздействия в основании таблицы и увеличивающейся силой воздействия вверх по шкале. Важным моментом является то, что слово некомфортный или липкий используется для каждой оценки. Это представляет специфический психологический континуум, а также обеспечивает линейность шкалы. «Некомфортность» является негативным воздействием среды, как и «липкость кожи». Маловероятно, что шкалы независимы, и поэтому их следует использовать для дополнения друг друга. Человек может ощущать легкое тепло и при этом комфортность, но маловероятно, что малоподвижный, одетый человек будет ощущать холод, очень липкую кожу и при этом комфортность.

d) Шкала предпочтений

Укажите, пожалуйста на данной шкале, как Вы хотели бы изменить температурные условия (свои ощущения), чтобы стало:

+ 3 намного теплее;
+ 2 теплее;
+ 1 немного теплее;
0 осталось без изменений;
– 1 немного прохладнее;
– 2 прохладнее;
– 3 намного прохладнее.

Шкалы предпочтения используют при оценке комфортности, так как они присваивают оценку в баллах суждениям испытателя. Например, если человек указывает, что ему «немного тепло», то это не означает, что ему это нравится. Оценка предпочтения позволяет сравнивать ощущения испытателя в данный момент с тем, как он хотел бы себя чувствовать. Отметка «без изменений» указывает на форму приемлемости, предпочтения и удовлетворенности.

В зависимости от целей эксперимента могут быть полезны другие шкалы. Для оценки процента удовлетворенных используют принудительный ответ (испытатель обязан ответить да или нет) на вопрос «Вы удовлетворены?», что непосредственно дает значение искомой величины оценки удовлетворенности. На удовлетворенность могут влиять зрительные впечатления (например, при езде по сельской местности в солнечный день), но солнечное излучение может вызывать как приятные, так и неприятные температурные ощущения, что необходимо учитывать. Оценки приемлемости будут полезны изготовителям транспортных средств. Они требуют сложных суждений, основанных на приемлемости того, как человек себя чувствует в данной ситуации. Сочетание шкал в анкете является полезным инструментом измерений количественной оценки. Шкалы будут дополнять друг друга и давать деталь-

ное описание температурного комфорта. Субъективные оценки по отдельным частям тела позволяют понять, почему испытатель дал ту или иную оценку.

6.4 Выбор рабочих условий

Используемые рабочие условия определяют среду, исследуемую на комфорт. При испытаниях транспортного средства сложно создавать идентичные рабочие условия изо дня в день. Однако это необходимо при использовании традиционных методов планирования эксперимента (например, при сравнении транспортных средств, типов сидений или остекления). Такой эксперимент возможен только в камере для климатических испытаний. Если требуются постоянные условия, важно помнить что настройки HVAC-системы, начальные условия, время дня, направление солнечного освещения и одежда человека должны быть контролируемы. При испытаниях в условиях эксплуатации наиболее сложно контролировать условия эксперимента, важно чтобы экспериментатор анализировал факторы, оказывающие влияние на результаты измерений, выявлял их и контролировал. Также следует регистрировать все посторонние факторы и прекращение их контроля, что в дальнейшем позволит проанализировать их воздействие. Если целью испытаний транспортного средства является оценка модели температурного комфорта, необходимо исследовать соответствующий диапазон условий. Рабочие условия и порядок их представления испытателю определяют исходя из практических соображений (например, необходимости замены остекления транспортного средства), а также плана эксперимента (например, латинский квадрат). Данные по количеству испытателей, измерений и рабочим условиям (необходимым для достижения цели), а также доступным ресурсам и затратам позволяют определить общий план эксперимента. Несмотря на то, что результаты неизвестны, полезно начертить пустые графы для данных, которые будут получены и убедиться, что важные данные будут собраны, цели достигнуты и решения приняты.

6.5 Анализ и интерпретация результатов

Полезно представлять результаты испытаний в форме графика и таблицы. Они должны включать в себя данные по каждому испытателю и среднее арифметическое по каждому измеряемому параметру. Анализ результатов связан с ответами на вопросы. (Например, температурный комфорт в транспортном средстве А выше, чем температурный комфорт в транспортном средстве Б? Показывает ли индекс температурного комфорта температурную чувствительность? и т.д.). Предварительный анализ проводят, непосредственно исследуя графики и таблицы. Дальнейший анализ включает обработку данных и может потребовать применения статистических критериев. Решение о применении статистических критериев должно быть принято до испытаний. Эта часть анализа использует предположения о свойствах числовых данных. Значения субъективной шкалы требуют интерпретации. Необязательно значение 6 на субъективной шкале соответствует вдвое более сильному восприятию, чем восприятие соответствующее значению 3, а оценка 4 (очень липко) вдвое больше оценки 2 (немного липко). Чтобы установить это, необходимо провести исследование свойств шкалы. Для применения параметрических статистических критериев (например, *t*-критерия, дисперсионного анализа) необходимы числовые данные с известными свойствами (данные в виде интервала и пропорций). Несмотря на то, что параметрические критерии устойчивы к ошибкам в исходных предположениях, часто надежнее и почти так же эффективно использование непараметрических критериев, для которых достаточно сделать минимальные предположения (номинальное распределение для критерия χ-квадрат) или ранг (порядковый или последовательный номер данных, например для критерия Вилкоксона). В этом случае предполагается, что оценка 4 больше, чем оценка 2 (но не предполагается, что вдвое больше), что справедливо для субъективных шкал, описанных выше. В каждом конкретном случае необходим подобный анализ. Для каждого статистического критерия решение принимают на основе вероятности ошибочного отклонения предположений. Определение результатов по каждому виду измерений (температура кожи, чувствительность, некомфортность, и т.п.) часто показывает тенденции их изменений, которые требуют исследований.

7 Метод испытаний для оценки температурного комфорта в транспортном средстве

Температурный комфорт в транспортном средстве следует оценивать с использованием метода испытаний, приведенного в приложении А.

В приложении А установлен метод испытаний для оценки температурного комфорта в транспортном средстве. Он основан на принципах, приведенных в разделах 5 и 6, и должен быть выполнен с соблюдением этих принципов. Этот метод испытаний может быть использован для определения того, обеспечивает ли транспортное средство человеку температурный комфорт.

Приложение А
(обязательное)

Метод испытаний для оценки температурного комфорта в транспортном средстве

А.1 Принцип

Методика испытаний по определению температурного комфорта для испытателей, подвергающихся воздействию среды транспортного средства, состоит в получении от испытателей субъективных оценок.

А.2 Цель испытаний

Целью испытаний является оценка температурного комфорта испытателями, подвергающимися воздействию среды транспортного средства.

А.3 Условия испытаний

Выбранные условия должны являться типичными условиями в транспортном средстве и представлять исследуемые условия.

Исследуемым условием является термальная среда, воздействию которой подвергается пассажир или водитель транспортного средства. В процессе испытаний оценивают возможность транспортного средства обеспечить температурный комфорт пассажирам. Комфорт зависит от разных факторов, например типа дороги, погоды, настроек HVAC-системы, типа сиденья, позы и положения пассажира в транспортном средстве, типа остекления и др. Может потребоваться проведение некоторого количества испытаний, чтобы определить диапазон возможных условий. Среду транспортного средства, воздействующую на испытателя, формируют температура, скорость движения воздуха, излучаемое тепло, влажность воздуха, а также изолирующая одежда испытателя (включая изолирующие свойства сиденья).

А.4 Отбор испытателей

Должно быть отобрано не менее 8 человек. Они должны представлять совокупность пользователей транспортного средства и не должны иметь сильной заинтересованности в результатах испытаний.

А.5 Метод

Транспортное средство должно быть использовано в исследуемых условиях не менее 30 мин. Субъективные оценки чувствительности, комфорта, липкости, предпочтения, приемлемости и удовлетворенности следует получать через каждые 10 мин в процессе продолжения испытаний, включая начало и конец (последнюю оценку берут в условиях испытаний).

Примечание 1 — В приложении В приведена анкета для оценки температурного комфорта.

Примечание 2 — В приложении В некоторые шкалы установлены так, что положительные значения соответствуют теплу, 0 — нейтральному значению, а отрицательные значения соответствуют холоду.

А.6 Анализ результатов

Результаты для каждой шкалы (общей и локальной) оценивают по данным восьми испытателей и двум крайним значениям (например, оценкам на 20-й и 30-й минутах при тридцатиминутных испытаниях, т. е. совместно обработаны 16 значений шкалы). Необходимо определить частоту, медиану и диапазон значений.

А.7 Интерпретация результатов

Приемлемость результатов будет зависеть от требуемого уровня качества среды. Исследуемую среду транспортного средства следует считать некомфортной при наличии критериев, приведенных в таблице А.1.

Таблица А.1 — Критерии некомфортности термальной среды в транспортном средстве

Шкала	Медиана (по 16 точкам)	Диапазон (16 точек)
7 пунктов чувствительности	> + 1 (немного тепло) или < – 1 (немного прохладно)	Если имеется три значения более + 2(тепло) или менее —2 (прохладно)
4 пункта некомфортности	> + 1 (немного некомфортно)	Если имеется три значения более + 2 (некомфортно)
4 пункта липкости	> + 1 (немного липко)	Если имеется три значения более + 2 (липко)

Окончание таблицы А.1

Шкала	Медиана (по 16 точкам)	Диапазон (16 точек)
7 пунктов предпочтения	> + 1 (немного теплее) или < – 1 (немного прохладнее)	Если имеется три значения более + 2 (теплее) или менее – 2 (прохладнее)
2 пункта приемлемости	—	Если более 3 испытателей показывают, что это неприемлемо
2 пункта удовлетворенности	—	Если более 3 испытателей показывают, что они не удовлетворены
Если использовано более восьми испытателей, то критерии должны быть соответственно скорректированы (т.е. пропорционально диапазону значений).		

Приложение В
(справочное)

Пример анкеты на одной странице

Каждые 5 минут испытатель заполняет отдельную анкету с отметкой соответствующего времени (До, 0, 5 и т.д.).

Оценка температурного комфорта: Дата: Испытатель: Время: Сессия:
До, 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, После

1 Термальная среда

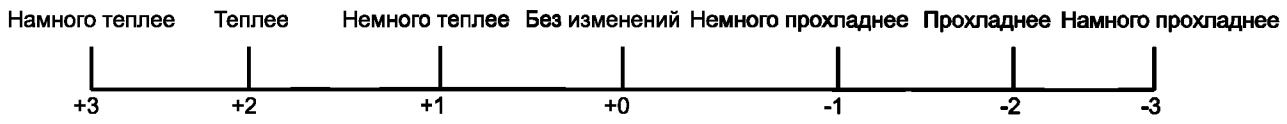
Пожалуйста, укажите в соответствии с приведенной шкалой, как вы себя сейчас чувствуете и что ощущаете

	В целом	Голова	Туловище Спереди	Туловище Сзади	Руки	Верхняя часть ног Спереди	Верхняя часть ног Сзади	Нижняя часть ног Спереди	Нижняя часть ног Сзади	Ступни
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
+3 Жарко										
+2 Тепло										
+1 Легкое тепло										
0 Нейтрально										
-1 Легкая прохлада										
-2 Прохладно										
-3 Холодно										

	В целом	Голова	Туловище Спереди	Туловище Сзади	Руки	Верхняя часть ног Спереди	Верхняя часть ног Сзади	Нижняя часть ног Спереди	Нижняя часть ног Сзади	Ступни
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 Очень некомфортно										
2 Некомфортно										
1 Немного некомфортно										
0 Комфортно										

	В целом	Голова	Туловище Спереди	Туловище Сзади	Руки	Верхняя часть ног Спереди	Верхняя часть ног Сзади	Нижняя часть ног Спереди	Нижняя часть ног Сзади	Ступни
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 Очень липкая кожа										
2 Липкая кожа										
1 Немного липкая кожа										
0 Кожа не липкая										

2 Укажите, пожалуйста на данной шкале, как Вы хотели бы изменить температурные условия (свои ощущения), чтобы стало



3 Пожалуйста, укажите, насколько приемлемой вы считаете термальную среду в данный момент

☐ 0 приемлема ☐ 1 неприемлема

4 Пожалуйста, укажите, удовлетворены ли вы этой термальной средой в данный момент

☐ 0 удовлетворен ☐ 1 неудовлетворен

Приложение С
(справочное)

Пример оценки температурного комфорта в транспортном средстве с помощью испытаний

С.1 Цель

Определить, обеспечивают ли температурные условия в легковом автомобиле температурный комфорт.

С.2 Метод

Восемь пассажиров мужского пола по очереди сажали на переднее сиденье автомобиля и возили по определенному маршруту в течение 1 часа с настройкой элементов управления системы обеспечения температурного комфорта. Погодные условия и время дня были одинаковы при каждой поездке. Во время испытаний пассажиры заполняли анкету (см. приложение В) каждые 10 мин.

С.3 Результаты

В таблице С.1 приведены результаты испытаний, в которых большее отклонение от 0 соответствует большему дискомфорту.

Примечание — В данном примере использованы только общие оценки.

С.4 Интерпретация результатов

Сравнение результатов испытаний с критериями, приведенными в таблице А.1, показывает, что значения медианы лежат внутри границ зоны комфорта. Количество отдельных заявлений о дискомфорте недостаточно, чтобы рассматривать среду как «некомфортную».

С.5 Заключение

Исследуемую среду можно рассматривать как обеспечивающую температурный комфорт.

Таблица С.1 — Субъективные оценки

Имя испытателя	Время испытаний, мин	Температурная чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность
A	50	0	0	0	– 0,2	0	0
	60	0	0	0	0	0	0
B	50	0	0	0	– 0,1	0	0
	60	– 1	0	0	0	0	0
C	50	0	0	0	– 0,2	0	0
	60	0	0	0	0	0	0
D	50	0	0	0	0	0	0
	60	– 0,5	0	0,2	0	0	0
E	50	0	0	0	– 0,2	0	0
	60	0	0	0	– 0,2	0	0
F	50	0	0	0	– 0,3	0	0
	60	– 0,5	0	0	0	0	0
G	50	0	0	0	+ 0,2	0	0
	60	0	0	0	+ 0,2	0	0
H	50	0	0	0	0	0	0
	60	0	0	0	0	0	0
Медиана		0	0	0	0	0	0
Количество значений, для которых выполняется критерий дискомфорта (см. таблицу А.1)		0	0	0	0	0	0

Приложение D
(справочное)

Пример оценки температурного комфорта типов остекления в транспортном средстве

D.1 Цель

Сравнение температурного комфорта двух типов остекления транспортного средства.

D.2 Метод

Восемь пассажиров мужского пола по очереди возили на переднем сиденье по определенному маршруту в течение 30 мин с настройкой элементов управления системы обеспечения температурного комфорта. Каждого пассажира возили два раза, каждый раз с разным типом остекления. Первый заезд половина пассажиров совершала с остеклением А, а вторая половина — с остеклением Б, второй заезд — наоборот. Погодные условия и время дня были одинаковы при каждом заезде. Используемые транспортные средства были одинаковыми за исключением типа остекления.

D.3 Результаты испытаний

Результаты испытаний приведены в таблице Д.1.

D.4 Интерпретация результатов

Сравнение результатов с критериями, приведенными в таблице А.1, показывает, что поездка с остеклением А является комфортной. Поездка с остеклением Б не является комфортной, т. к. имеется более трех оценок «неудовлетворен» (см. таблицу А.1).

Тест Вилкоксона по самым жестким (20 мин или 30 мин) оценкам для каждого испытателя показал, что поездка с остеклением Б является существенно ($p < 0,05$) более некомфортной, чем поездка с остеклением А.

D.5 Заключение

Остекление Б является некомфортным и имеет худшие эксплуатационные качества в отношении температурного комфорта, чем остекление А.

Таблица Д.1 — Субъективные оценки

Имя испытателя	Время испытаний, мин	Остекление типа А						Остекление типа В					
		Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность	Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность
A	20	– 2	0	0	1	0	0	– 3	1	0	2	1	1
	30	– 2	0	0	1	0	0	– 3	1	0	2	1	1
B	20	– 1	0	0	0	0	0	– 2	1	0	1	0	0
	30	– 1	0	0	1	0	0	– 2	1	0	1	0	0
C	20	– 1	0	0	0	0	0	– 1	1	0	1	0	0
	30	0	0	0	1	0	0	– 1	1	0	1	0	0
D	20	– 1	0	0	1,2	0	0	– 1,8	1,3	0	1,2	0	0
	30	– 1	0,6	0	1	0	0	–1,3	1	0	1,4	0	0
E	20	0	0	0	– 0,2	0	0	– 0,1	0,8	0	0,2	0	0
	30	0	0	0	– 0,1	0	0	– 0,9	0,8	0	0,2	0	0
F	20	– 1	0	0	0,4	0	0	– 0,8	0,5	0	0,7	0	0
	30	– 1	0	0	0,2	0	0	– 0,4	0,2	0	0,5	0	0

Окончание таблицы Д.1

Имя испытателя	Время испытаний, мин	Остекление типа А						Остекление типа В					
		Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность	Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность
G	20	0	0,2	0	0,2	0	0	– 0,2	1	0	1	0	1
	30	– 0,2	0,2	0	0,2	0	0	– 0,5	1,3	0	1,3	0	1
H	20	0	0	0	0	0	0	– 1	0	0	0,7	0	0
	30	0,5	0	0	0	0	0	– 1,2	0,9	0	0,9	0	0
Медиана		– 1	0	0	0,2	0	0	– 1	1	0	1	0	0
Число оценок «дискомфорт»	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4

Приложение Е
(справочное)

Пример оценки температурного комфорта типов сидений транспортного средства

Е.1 Цель

Сравнение температурного комфорта двух типов сидений транспортного средства.

Е.2 Метод

Восемь пассажиров мужского пола по очереди возили на переднем сиденье по определенному маршруту в течение 90 мин с настройкой элементов системы обеспечения температурного комфорта. Каждого пассажира возили два раза, каждый раз с разным типом сиденья. Первый заезд половина пассажиров совершала с сиденьем А, а вторая половина — с сиденьем Б, второй заезд — наоборот. Погодные условия и время дня были одинаковы при каждом заезде. Используемые транспортные средства были одинаковыми, за исключением типа сиденья.

Е.3 Результаты испытаний

Результаты испытаний приведены в таблице Е.1.

Е.4 Интерпретация результатов

Сравнение результатов с критериями, приведенными в таблице А.1, показывает, что поездку с сиденьем А можно считать комфортной. Поездка с сиденьем Б является некомфортной, т. к. имеется больше трех значений за пределами границ зоны комфорта, более трех пассажиров дали оценку «неприемлемо» и были неудовлетворены. Проведенный по самым жестким (80 мин или 90 мин) оценкам каждого человека тест Вилкоксона показал, что поездка с сиденьем Б существенно ($p < 0,05$) более некомфортная, чем поездка с сиденьем А.

Е.5 Заключение

Для условий испытаний поездка с сиденьем Б была некомфортной. Сиденье Б имеет худшие качества в отношении температурного комфорта, чем сиденье А.

Таблица Е.1 — Субъективные оценки

Имя испытателя	Время испытаний, мин	Сиденье А						Сиденье Б					
		Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность	Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность
A	80	1	0	0	– 1	0	0	2	2	2	– 2	0	1
	90	1	1	1	– 1	0	0	2	2	2	– 2	0	1
B	80	1	0	0	– 1	0	0	2	2	2	– 1	0	1
	90	1	1	1	– 1	0	0	3	2	2	– 2	0	1
C	80	1	1	0	– 1	0	0	3	2	2	– 2	0	1
	90	2	1	1	– 1	0	0	3	2	2	– 2	0	1
D	80	2	1	1	– 1	0	0	3	2	2	– 2	0	1
	90	2	2	1	– 2	0	0	3	2	2	– 3	0	1
E	80	0	0	0	0	0	0	1	1	1	– 2	1	1
	90	0	0	0	0	0	0	1	1	1	– 2	1	1
F	80	1	0	0	0	0	0	1	1	1	– 1	0	0
	90	1	0	0	0	0	0	1	1	1	– 1	0	0

Окончание таблицы Е.1

Имя испытателя	Время испытаний, мин	Сиденье А						Сиденье Б					
		Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность	Чувствительность	Некомфортность	Липкость	Предпочтения	Приемлемость	Удовлетворенность
G	80	0	0	0	0	0	0	3	2	2	– 2	0	0
	90	0	0,2	0	– 0	0	0	3	2,5	2,7	– 3	1	1
H	80	0	0	0	0	0	0	2,2	1,5	1,2	– 2	1	1
	90	0,2	0	0	– 0	0	0	2,8	2	2	– 2	1	1
Медиана		1	0	0	– 0	0	0	2,5	2	2	– 2	1	1
Число оценок «дискомфорт»	0	0	0	0	0	0	0	9	1	1	3	5	13

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 12894:2001	—	*
ИСО 13731:2001	—	*
* 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] ISO 9886 Ergonomics — Evaluation of thermal strain by physiological measurements[1)]
[2] ISO 10551 Ergonomics of the thermal environment — Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales[2)]

[1)] ИСО 9886:2004 соответствует ГОСТ Р ИСО 9886 — 2008 Эргономика термальной среды. Оценка температурной нагрузки на основе физиологических измерений.
[2)] ИСО 10551:1995 соответствует ГОСТ Р ИСО 10551—2007 Эргономика тепловой окружающей среды. Определение влияния тепловой окружающей среды с использованием шкал субъективной оценки.

УДК 331.433:006.354 ОКС 13.180 43.020 Э65

Ключевые слова: термальная среда, термальный стресс, транспортное средство, оценка термального стресса, теплообмен человека, холодовой стресс, тепловой стресс, эквивалентная температура, термонейтральная зона, HVAC-система

Редактор *И.В. Меньших*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Ю. Митрофанова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 04.07.2011. Подписано в печать 27.07.2011. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 109 экз. Зак. 685.

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