ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 15536-2— 2010

Эргономика

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МАНЕКЕНЫ И МОДЕЛИ ТЕЛА

Часть 2

Верификация функций и валидация размеров компьютерного манекена для систем моделирования

ISO 15536-2:2007
Ergonomics — Computer manikins and body templates — Part 2: Verification of functions and validation of dimensions for computer manikin systems (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 международного 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. № 528-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 15536-2:2007 «Эргономика. Компьютерные манекены и модели тела. Часть 2. Верификация функций и валидация размеров для систем компьютерного манекена» (ISO 15536-2:2007 «Ergonomics — Computer manikins and body templates — Part 2: Verification of functions and validation of dimensions for computer manikin systems»)

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

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, 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 2
4 Требования к верификации компьютерного манекена 2
5 Требования к документированию данных об источнике 3
6 Требования к валидации компьютерного манекена 3
Приложение А (справочное) Рекомендации по выбору и моделированию суставов компьютерного манекена 6
Приложение В (справочное) Протокол статического испытания 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 11
Библиография 12

Введение

Для использования компьютерных манекенов при проектировании оборудования проектировщики должны знать точность и надежность этих инструментов. Требуемая точность манекена зависит от цели его использования. В некоторых случаях требуется более высокий уровень точности (например, для количественного анализа зазора), в других — более низкий (например, для обучения). Метод проверки общего уровня точности приведен в ИСО 15536-1:2005[1]. Он основан на сопоставлении антропометрических данных, использованных при создании манекена, с соответствующими размерами манекена. Эти данные и размеры применяют только по отношению к стандартным позам, т. е. позам стоя и сидя (см. ИСО 7250:1996[2]).

Однако компьютерные манекены при проектировании оборудования используют для моделирования более широкого диапазона поз и движений человека, поэтому проектировщик должен знать уровень антропометрической точности манекенов в этих условиях. Кроме того, проблемы возникают при попытке оценить показатели точности и повторяемости компьютерных манекенов и соответствующих программных средств, поскольку при создании манекенов использовано большое количество антропометрических и биомеханических параметров. Необходимо большое количество специализированных испытаний для точного измерения возможных размеров, формы и рабочих поз, которые может принимать человек. Эта проблема становится еще более сложной при изменении данных и алгоритмов манекена, что требует проведения дополнительных испытаний по оценке точности их размеров.

Поскольку для одной организации экономически не оправдано проверять каждый манекен во всех возможных условиях, разработчики и пользователи должны разделять ответственность за оценку точности компьютерных манекенов. Разработчики могут проверять системы моделирования манекена для наиболее распространенных ситуаций, но необходимо, чтобы пользователи также имели возможность проверки точности и повторяемости системы моделирования манекена в своих условиях. Пользователи должны измерять точность манекена для конкретных условий применения, а разработчики — предоставлять компьютерные манекены и простые методы измерения и оценки точности манекена.

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

---

[1] ИСО 15536-1:2005 «Эргономика. Компьютерные манекены и модели тела. Часть 1. Общие требования» (ISO 15536-1:2005 «Ergonomics — Computer manikins and body templates — Part 1: General requirements»).

[2] ИСО 7250:1996 «Базовые измерения человеческого тела в технологическом проектировании» (ISO 7250:1996 «Basic human body measurements for technological design»).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МАНЕКЕНЫ И МОДЕЛИ ТЕЛА

Часть 2

Верификация функций и валидация размеров компьютерного манекена для систем моделирования

Ergonomics. Computer manikins and body templates. Part 2. Verification of functions and validation of dimensions for computer manikin systems

Дата введения — 2011—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к верификации функций и валидации размеров компьютерных манекенов. Эти требования имеют отношение к документированию данных, использованных для построения компьютерных манекенов, и к методам, использованным для верификации и валидации их функций с учетом точности их размеров.

Настоящий стандарт распространяется на антропометрические и биомеханические данные и функции программного обеспечения, применяемые при создании компьютерных манекенов. Стандарт в основном ссылается на антропометрические данные и методы. Однако некоторые биомеханические параметры также были включены, так как они необходимы для построения и применения компьютерных манекенов.

Настоящий стандарт содержит структуру отчета о точности компьютерного манекена и данных о размерах человека. Стандарт позволяет пользователям систем моделирования манекена, не являющимся специалистами, самостоятельно выполнять проверку каждой функции в условиях эксплуатации, используя автоматизированные программные средства, предоставленные разработчиками.

От разработчиков не требуется выполнения верификации и валидации их систем моделирования манекена.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 7250:1996 Базовые измерения человеческого тела в технологическом проектировании (ISO 7250:1996, Basic human body measurements for technological design)[1)]

ИСО 15535 Общие требования к созданию баз антропометрических данных (ISO 15535, General requirements for establishing anthropometric databases)

ИСО 15536-1:2005 Эргономика. Компьютерные манекены и модели тела. Часть 1. Общие требования (ISO 15536-1:2005, Ergonomics — Computer manikins and body templates — Part 1: General requirements)

[1)] Стандарт заменен на ИСО 7250-1:2008 «Основные антропометрические измерения для технического проектирования. Часть 1. Определения и ориентиры для антропометрических измерений» (ISO 7250-1:2008 «Basic human body measurements for technological design — Part 1: Body measurement definitions and landmarks»).

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **точность манекена** (manikin accuracy): Точность манекена определяется прецизионностью[1)], с которой компьютерная система моделирования манекена воспроизводит размер, форму, позу, углы, траектории движений и другие геометрические характеристики человека, с которого были сняты размеры.

3.2 **разработчик** (developer): Организация, научно-исследовательская группа или специалисты, разрабатывающие систему моделирования манекена.

3.3 **условия эксплуатационных испытаний** (field-testing conditions): Условия, в которых работает пользователь системы моделирования манекена, обычно состоящие из автоматизированного рабочего места в офисной среде, где узкоспециализированные антропометрические и биохимические лабораторные инструменты и вспомогательный персонал предположительно недоступны.

3.4 **функция манекена** (manikin function): Способности программного обеспечения компьютерной системы моделирования манекена моделировать некоторые характеристики, действия или положение тела человека.

3.5 **маркерные точки размеров** (measurement landmarks): Точки, расположенные на поверхности тела человека или на компьютерном манекене, используемые для определения размеров расстояний или перемещений.

3.6 **повторяемость** (repeatability): Степень близости размеров, измеренных более чем один раз на одном и том же объекте, одним и тем же методом в одних и тех же условиях.

Примечание — Условия полной повторяемости обеспечивают получение нулевого стандартного отклонения.

3.7 **верификация манекена** (manikin verification): Действия по подтверждению того, что выполнение функций компьютерного манекена соответствует установленным требованиям.

3.8 **валидация манекена** (manikin validation): Подтверждение посредством измерения точности компьютерного манекена того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены.

Примечание — Определение точности манекена приведено в 3.1.

3.9 **цифровая документация пользователя** (digital user documentation): Электронный справочный материал, включенный в компьютерную систему моделирования манекена, к которому пользователь получает доступ при работе с системой.

4 Требования к верификации компьютерного манекена

4.1 Общая информация

Требования, установленные в 4.2—4.5, обеспечивают возможность пользователям системы моделирования манекена, не являющимся специалистами, самостоятельно определять точность размеров манекена и верифицировать функции манекена в условиях эксплуатационных испытаний с использованием автоматизированных программных средств, предоставленных разработчиком системы моделирования манекена.

4.2 Перечень функций

Каждая функция компьютерного манекена, предоставляемая разработчиком (например, анализ досягаемости или взаимного влияния), должна быть внесена в таблицу, обозначенную «Перечень функций». Доступ к перечню функций должен быть обеспечен из цифровой документации пользователя.

4.3 Описание функций

В цифровой документации пользователя должно быть описание каждой функции компьютерного манекена, указанной в таблице «Перечень функций». Описание должно включать предназначенную цель функции и ограничения при надлежащем применении.

[1)] Прецизионность (precision) — степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных установленных условиях. Прецизионность зависит только от случайных факторов и не связана с истинным значением или принятым опорным значением.

4.4 Верификация функций. Примеры, предоставляемые разработчиком

Каждая функция компьютерного манекена, указанная в таблице «Перечень функций», должна сопровождаться в цифровой документации пользователя хотя бы одним поясняющим примером, демонстрирующим и моделирующим ее работу. Пример должен позволять пользователю вводить собственные значения и наблюдать соответствующие изменения.

4.5 Верификация функций. Предоставление возможности пользователю составлять записи и оформлять отчеты

Пользователю системы должны быть предоставлены средства электронной записи и формирования отчета о выполнении каждой функции, в соответствии с 4.3, в стандартном цифровом формате, пригодном для вывода на стандартные устройства печати. Должны быть предусмотрены средства автоматического формирования отчета каждый раз при проверке функции. Отчет должен включать значения, введенные пользователем, и полученные после выполнения функции результаты.

5 Требования к документированию данных об источнике

5.1 Перечень параметров

Каждая функция компьютерного манекена, использующая размеры человека, должна устанавливать наименование параметра и единицы измерения. Наименование каждого параметра должно быть указано в таблице с наименованием «Перечень используемых параметров человека». К таблице должен быть доступ из цифровой документации пользователя.

5.2 Описание параметра

Данные каждого параметра, приведенного в таблице «Перечень используемых параметров человека», должны сопровождаться описанием статистических характеристик и методов измерений в цифровой документации пользователя. Где применимо, должны быть использованы терминология, маркерные точки и методы измерения по ИСО 7250.

Статистическое описание каждого параметра в наборе данных о человеке должно включать в себя источник данных, объем выборки, минимальные и максимальные значения, среднее значение, моду, стандартное отклонение и значение для 1-й, 5-й, 50-й, 95-й, 99-й процентили. Если перечисленная информация недоступна, это должно быть указано. Если данные о параметре получены из общедоступных данных, их источник должен быть указан.

5.3 Метод отбора

Для каждого значения параметра, перечисленного в таблице «Перечень используемых параметров человека», должен быть указан метод отбора людей из совокупности пользователей для измерения. Если информация недоступна, это должно быть указано.

5.4 Выборочные демографические исследования

Для каждого параметра, перечисленного в таблице «Перечень используемых параметров человека», должны быть указаны пол и возраст людей, измеренных по ИСО 15535. Если такая информация недоступна, это должно быть указано. Если для определения параметров модели используют сегменты совокупности или другие демографические переменные, они также должны быть перечислены.

6 Требования к валидации компьютерного манекена

6.1 Общие требования

Для обеспечения измерений и формирования отчета по точности и повторяемости системы моделирования манекена в условиях эксплуатации при испытаниях пользователю должны быть предоставлены автоматизированные программные инструменты.

Для обеспечения соответствия специальных функций или характеристик манекена настоящему стандарту, разработчик должен предоставить пользователю методы документирования данных и размеров манекена. Соответствие не гарантирует точности конкретного манекена, а лишь обеспечивает пользователю возможность проверять точность манекена.

В стандарте не отдано предпочтение тем или иным средствам или условиям измерений при валидации из-за огромного количества манекенов, размеров, форм, поз и условий, которые необходимо проверить для удовлетворения интересов всех пользователей и особенностей применения манекенов.

6.1.1 Маркерные точки размеров

В соответствии с разделом 4 ИСО 7250 необходимые для определения размеров тела человека маркерные точки и опорные плоскости должны быть размещены на каждом компьютерном манекене или соответствующей плоской поверхности с возможностью их включения и отключения.

6.1.2 Добавление новых маркерных точек

Должны быть предоставлены средства, обеспечивающие возможность добавления новых маркерных точек к структурным элементам манекена для автоматического определения размеров манекена. Каждая созданная пользователем маркерная точка должна иметь те же функциональные характеристики, что и точка, предусмотренная разработчиком (см. 6.1.1).

6.1.3 Перечень маркерных точек

Каждая маркерная точка компьютерной системы моделирования манекена, предусмотренная разработчиком системы или добавленная, должна быть указана в таблице «Перечень маркерных точек», доступ к которой должен быть обеспечен из цифровой документации пользователя.

6.1.4 Отчет о размерах манекена

Все параметры компьютерного манекена, указанные в таблице «Перечень используемых параметров человека», должны быть снабжены средствами автоматического определения размеров с указанием их точности. Если средства для автоматического определения размеров не предоставлены, это должно быть указано.

6.1.5 Точность манекена

Пользователь должен быть обеспечен средствами расчета точности каждого параметра. Точность манекена вычисляют как разность между входными и выходными значениями размеров конкретного манекена в виде абсолютной и относительной погрешности (см. ИСО 15536-1, подраздел 6.4). Входные значения измеряют по маркерным точкам, размещенным на человеке, выходные значения определяют по соответствующим маркерным точкам манекена (см. 6.1.1), представляющего человека, чьи измерения были взяты в качестве входных данных. Входные данные должны быть основаны на средних арифметических хотя бы трех измерений человека.

Абсолютная погрешность e_{dif} представляет собой разность между входными и выходными значениями:

$$e_{dif} = V_{out} - V_{in},$$

где V_{out} — выходное значение;

V_{in} — входное значение.

Относительная погрешность e_p представляет собой разность между входным и выходным значениями в процентах от входного значения (см. ИСО 15536-1, подраздел 6.4):

$$e_p = \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{in}} 100\ \%.$$

6.1.6 Повторяемость

Пользователь должен быть обеспечен средствами вычисления повторяемости для каждого параметра.

При многократных вычислениях с небольшим объемом выборки, например 10, рекомендуемой мерой повторяемости является стандартное отклонение выходных значений. Например, значение параметра одного индивида вводят в систему 10 раз и определяют изменчивость результирующего выходного значения.

6.1.7 Поддержка размеров в условиях эксплуатации

Приложения А и В обеспечивают помощь пользователям при определении точности и повторяемости манекена в условиях испытаний.

6.2 Статическая функция

Основной подход, рекомендуемый для проверки размеров и углов для статических функций, приведен в приложении В.

6.2.1 Проверка статических размеров манекена

Для поддержки пользователя при необходимости подтверждения специальных свойств манекена при эксплуатации должны быть предоставлены возможности, описанные в 6.2.1.1—6.2.1.4.

6.2.1.1 Линейные размеры

Пользователю должны быть предоставлены средства для определения горизонтальных и вертикальных размеров и кратчайших расстояний между всеми маркерными точками, установленными в 6.1.1 и 6.1.2.

6.2.1.2 Угловые размеры

Пользователю должны быть предоставлены средства для определения угловых размеров границ перемещения для каждого углового параметра каждого сустава манекена. Углы флексии[1], экстензии[2] и скручивания следует определять по отношению к осям смежного сегмента тела. Рекомендуемая структура описания угловых характеристик сегментов тела и движений суставов описана в приложении А.

6.2.1.3 Функции досягаемости

Манекены, которые имеют функцию «досягаемость», должны иметь описание типа досягаемости (например, максимальная досягаемость) и предоставлять средства определения размеров всех функциональных ограничений досягаемости и сопоставления возможностей манекена по досягаемости с входными данными человека, выполняющего те же действия в тех же условиях.

При валидации функций, зависящих от усилий или позы, таких как досягаемость, особенно важно, чтобы размеры манекена и человека совпадали.

6.2.1.4 Автоматическое сравнение размеров

Должны быть предоставлены автоматические средства сопоставления каждого антропометрического и биомеханического параметра, измеренного на человеке, с соответствующим параметром компьютерного манекена, представляющего этого человека, в соответствии с 6.2.1.2 и 6.2.1.3.

6.2.2 Одежда или средства индивидуальной защиты

Компьютерные манекены, позволяющие моделировать одежду или средства индивидуальной защиты, такие как шлемы, дыхательные аппараты или устройства связи, должны предоставлять средства определения точности размеров таких моделируемых системой компьютерных манекенов.

6.3 Отчет о результатах проверки

Все размеры манекена должны быть доступны для автоматического вывода в стандартном электронном формате. В отчете должны быть указаны размеры всех параметров с абсолютной и относительной ошибкой и показателем повторяемости.

---

[1] Флексия (лат. flexio — сгибание) — сгибание конечности в суставе, при котором кости конечности начинают двигаться по направлению друг к другу.

[2] Экстензия (лат. extentio — вытягивание, выпрямление) — разгибание конечностей или другой части тела (противоп. флексия).

Приложение А
(справочное)

Рекомендации по выбору и моделированию суставов компьютерного манекена

А.1 Введение

Для осуществления надежного импорта — экспорта данных между разными системами компьютерного манекена и обеспечения соответствия движений манекена движениям человека должны быть использованы одинаковые системы координат и способы определения движений человека и манекена. Поэтому они должны быть определены последовательно. При создании манекенов и определении размеров реальных людей для моделирования следует применять рекомендации и определения из А.2—А.6.

Для описания движения использовано более одного термина, альтернативные термины приведены в круглых скобках.

А.2 Основные плоскости

Основные плоскости показаны на рисунке А.1.

A Горизонтальные плоскости (поперечные плоскости). плоскости поперечного сечения тела.

B Срединная сагиттальная плоскость: вертикальная плоскость, продольно разделяющая человека в нейтральной позе на две равные половины — левую и правую.

C Фронтальные плоскости: вертикальные плоскости тела, ортогональные к горизонтальным и сагиттальным плоскостям.

D Сагиттальные плоскости: плоскости, параллельные срединной сагиттальной плоскости.

А.3 Основные оси координат

Основные оси координат показаны на рисунке А.1.

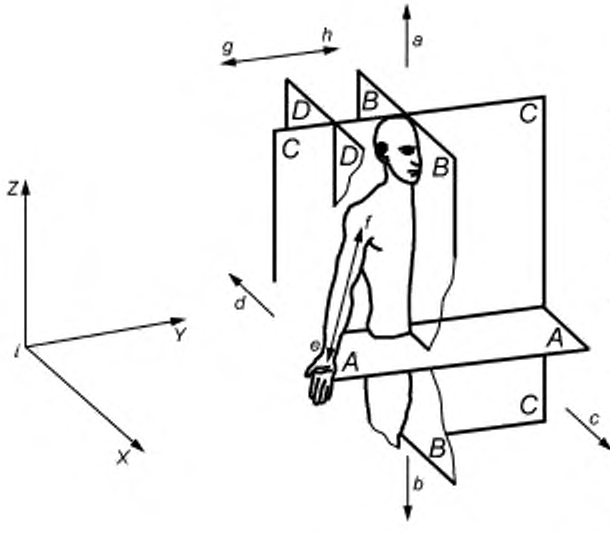
Сагиттальная горизонтальная ось (передняя/задняя ось) (*X*) направлена в сторону передней части туловища.

Фронтальная горизонтальная ось (поперечная/боковая ось) (*Y*) направлена латерально в сторону левой части тела.

Вертикальная ось в положении тела стоя (*Z*) направлена снизу вверх.

Проксимальная ось направлена к центру тела, а дистальная ось — от центра тела.

Определения сагиттальной, фронтальной, брюшной (передней), спинной (задней), нижней, верхней, дистальной, проксимальной, латеральной и срединной осей приведены в ИСО 7250.



A — горизонтальная плоскость (поперечная плоскость);
B — срединная сагиттальная плоскость;
C — фронтальная плоскость;
D — сагиттальная плоскость;
X — сагиттальная горизонтальная ось (передняя/задняя ось);
Y — фронтальная горизонтальная ось (поперечная/боковая ось);
Z — вертикальная ось;
i — система координат, в которой направление стрелок показывает положительные значения
a — направление вверх;
b — направление вниз;
c — направление вперед,
d — направление назад,
e — дистальное направление;
f — проксимальное направление;
g — латеральное направление.
h — направление к центральной оси

Рисунок А.1 — Основные плоскости и оси тела

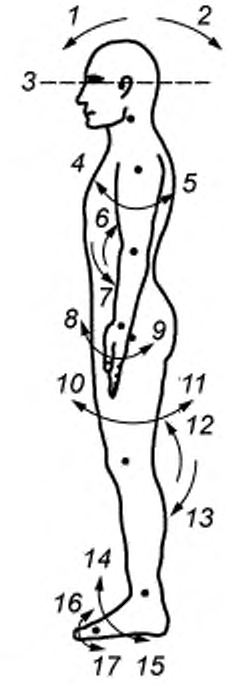
А.4 Система координат

Различные CAD-системы используют ряд систем координат. Поэтому важно, чтобы разработчик системы моделирования компьютерного манекена установил систему координат, используемую при создании манекена.

А.5 Основная поза

Основная поза — это поза в положении стоя с ладонями, расположенными по направлению вперед, и головой, держащейся прямо, т.е. в положении франкфуртской плоскости (см. ИСО 7250 и рисунки А.2 и А.3). Эта поза является исходной позицией для начала движений суставов, углы в этой позиции составляют ноль градусов, за исключением вращательных движений (пронации и супинации) кисти руки (см. 6.4). Описанная основная поза предназначена только для определения движений и угловых параметров, но не внешнего вида манекена.

Угловые параметры должна быть заданы в градусах.



1 — флексия шеи (сгибание шеи вперед) (+);
2 — экстензия шеи (сгибание шеи назад) (-);
3 — франкфуртская плоскость;
4 — флексия плеча;
5 — экстензия плеча;
6 — флексия локтя;
7 — экстензия локтя;
8 — ладонная флексия запястья (флексия запястья) (+);
9 — тыльное сгибание запястья (экстензия запястья) (-);
10 — флексия бедра (+);
11 — экстензия бедра (-);
12 — флексия колена (+);
13 — экстензия колена (-);
14 — тыльное сгибание подыжки (экстензия лодыжки) (-);
15 — плантарная флексия лодыжки (флексия лодыжки) (+);
16 — тыльное сгибание переднего отдела стопы (-);
17 — плантарная флексия переднего отдела стопы (+)

Необходимо учитывать знаки «плюс» или «минус» в круглых скобках.

Примечание — Флексия и экстензия туловища не показаны на рисунке.

Рисунок А.2 — Определение флексии и экстензии в позе стоя

А.6 Угловые параметры движений суставов

А.6.1 Флексия и экстензия

В основной позе (см. рисунок А.1) флексия и экстензия определены как движения в сагиттальной плоскости. Для головы, верхней части туловища и бедер движение, которое приближает два смежных сегмента по направлению вперед, является флексией, а противоположное движение — экстензией. В суставах колена и лодыжки направления противоположны. Флексия характеризуется положительными значениями (+), а экстензия — отрицательными (–) (см. рисунок А.2).

Помимо систематизированных терминов используют следующие термины:

- для флексии запястья — ладонная флексия запястья,
- для экстензии запястья — тыльное сгибание запястья;
- для флексии лодыжки — плантарная флексия лодыжки;
- для экстензии лодыжки — тыльное сгибание лодыжки.

Горизонтальное движение плеча в плечевом суставе от латерального направления вперед (см. рисунок А.4) определено как горизонтальная флексия (+), а противоположное движение как горизонтальная экстензия (–). Эти же термины применяются для горизонтального движения бедра в тазобедренном суставе (например, в положении сидя).

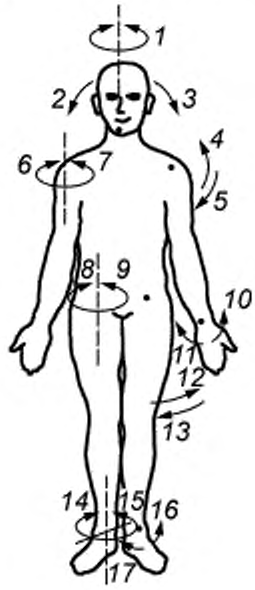
А.6.2 Абдукция и аддукция

Абдукция[1] и аддукция[2] — это движения во фронтальной плоскости. Абдукция — это движение, при котором сегмент отдаляется от туловища, тогда как аддукция — это движение, приближающее сегмент к туловищу. Аддукция характеризуется положительными значениями (+), а абдукция — отрицательными (–) (см. рисунки А.3 и А.4).

Помимо систематизированных терминов используются следующие термины:

- для радиальной абдукции запястья - лучевое отклонение или радиальная флексия запястья;
- для радиальной аддукции запястья - локтевое отклонение или локтевая флексия запястья.

Абдукция стопы — это латеральное вращение стопы наружу вокруг оси голени. Аддукция — это противоположное движение. Абдукция характеризуется отрицательными (–), а аддукция положительными (+) значениями. Это не только движение голеностопного сустава, но и латеральное вращение бедра, и вращение бедра в направлении к центральной оси (в позе стоя), или латеральное вращение колена и вращение колена в направлении к центральной оси (в позе сидя) (см. А.6.3).



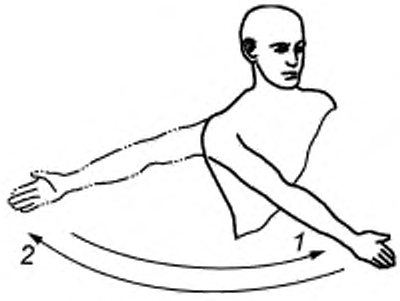
1 — вращение головы (и шеи),
2 — латеральная флексия (сгибание вбок) головы (+);
3 — латеральная флексия (сгибание вбок) головы (-);
4 — абдукция плеча (-),
5 — аддукция плеча (+);
6 — латеральное вращение плеча (–);
7 — срединное вращение плеча (+);
8 — латеральное вращение бедра (–);
9 — вращение бедра по направлению к центральной оси (+).
10 — радиальное отклонение (абдукция) запястья (–);
11 — локтевое отклонение (аддукция) запястья (+),
12 — абдукция бедра (–);
13 — аддукция бедра (+);
14 — абдукция стопы (-);
15 — аддукция стопы (+);
16 — латеральное вращение стопы (–);
17 — вращение стопы по направлению к центральной оси (+)

Необходимо учитывать знаки «плюс» или «минус» в круглых скобках.

Примечание — Латеральная флексия туловища не показана на рисунке.

поза стоя

Рисунок А.3 — Абдукция, аддукция, латеральное вращение и вращение по направлению к центральной оси в основной позе стоя



1 — горизонтальная флексия; *2* — горизонтальная экстензия

Рисунок А.4 — Горизонтальная флексия (горизонтальная аддукция) и горизонтальная экстензия (горизонтальная абдукция) плеча в плечевом суставе

[1] Синонимом термина «абдукция» является термин «отведение».

[2] Синонимом термина «аддукция» является термин «приведение».

А.6.3 Латеральное и срединное вращение

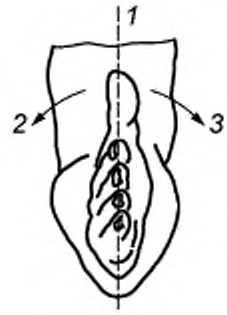
При латеральном вращении плечевого сустава или бедра плечо или бедренная кость вращаются вокруг своей продольной оси, так что передняя поверхность сегмента движется от срединной плоскости наружу. При вращении по направлению к центральной оси движение противоположно. Латеральное вращение, в котором стопа поворачивается наружу, обозначают знаком (–), противоположное вращение, в котором стопа поворачивается внутрь, обозначают знаком (+).

Для латерального вращения стопы и вращения стопы по направлению к центральной оси используют также термины эверсия и инверсия соответственно. Эверсия представляет собой сочетание плантарной флексии, абдукции и пронации, тогда как инверсия — это сочетание тыльного сгибания, аддукции и супинации.

А.6.4 Пронация и супинация

Пронация кисти руки для правой руки — это вращение кисти руки против часовой стрелки, если смотреть на кисть со стороны локтя. Супинация — противоположное движение. В нейтральной позе, показанной на рисунке А.5, угол равен нулю.

Пронация и супинация стопы — это скручивающие движения стопы вокруг продольной оси, т.е. вращение переднего отдела стопы по отношению к пятке. Пронация представляет собой скручивание переднего отдела стопы так, чтобы передняя или верхняя поверхность стопы двигалась по направлению к центральной оси (внутрь). При супинации движение противоположно. Пронацию обозначают знаком (+), а супинацию — знаком (–).



1 — нейтральная поза (0°); *2* — супинация (–); *3* — пронация (+)

Рисунок А.5 — Пронация и супинация кисти руки

А.6.5 Движения большого пальца и других пальцев

А.6.5.1 Флексия и экстензия четырех пальцев

Для флексии и экстензии четырех пальцев без большого пальца применяется основное правило, показанное на рисунке А.2.

А.6.5.2 Абдукция и аддукция четырех пальцев

В случае абдукции и аддукции четырех пальцев средний палец не двигается и играет роль оси. Эти движения применяются к указательному пальцу, безымянному пальцу и мизинцу. Движение среднего пальца относится к радиальной абдукции и локтевой абдукции (см. рисунок А.6).

А.6.5.3 Флексия и экстензия большого пальца

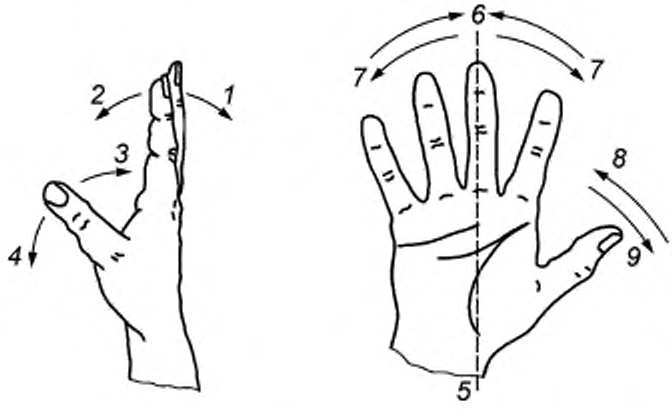
Ось флексии и экстензии большого пальца ортогональна оси четырех пальцев, а плоскость движения параллельна ладони (см. рисунок А.6).

А.6.5.4 Абдукция и аддукция большого пальца

Абдукция большого пальца — это движение, при котором большой палец движется в плоскости, перпендикулярной ладони, по направлению от ладони, а аддукция — это движение, приближающее большой палец к ладони (см. рисунок А.6).

А.6.5.5 Оппозиция большого пальца

Оппозиция большого пальца — это вращение пястной кости большого пальца по направлению к ладони. Оппозиция мизинца — это легкое вращение пястной кости мизинца по направлению к ладони. Оппозицию обозначают знаком (+), а обратное движение — знаком (–).



1 — экстензия пальцев (–);
2 — флексия пальцев (+);
3 — аддукция большого пальца (+);
4 — абдукция большого пальца (–);
5 — средняя линия (средний палец);
6 — аддукция пальцев (+);
7 — абдукция пальцев (–);
8 — флексия большого пальца (+);
9 — экстензия большого пальца (–)

Рисунок А.6 — Движение большого пальца и других пальцев

А.6.6 Движения головы, шеи и туловища

А.6.6.1 Флексия и экстензия головы, шеи или туловища

Флексию (сгибание вперед) головы, шеи или туловища обозначают знаком (+), а экстензию (сгибание назад) — знаком (–).

А.6.6.2 Латеральная флексия головы, шеи и туловища

Латеральную флексию (латеральное сгибание, сгибание в сторону) головы, шеи и туловища вправо обозначают знаком (+), а влево — знаком (–).

А.6.6.3 Горизонтальное вращение головы, шеи или туловища

Горизонтальное вращение головы, шеи или туловища (поворот головы, скручивание шеи или туловища) вправо (по часовой стрелке, если смотреть сверху) обозначают знаком (–), а влево — знаком (+).

Приложение В
(справочное)

Протокол статического испытания

Основным подходом, рекомендуемым для статических размеров, является описанный ниже.

a) Выбирают нескольких людей из предназначенной совокупности (см. ИСО 15537).

b) На каждом человеке располагают маркерные точки (см. ИСО 7250, раздел 4). Используя маркерные точки, измеряют каждый размер хотя бы три раза у каждого человека (чтобы подсчитать среднее арифметическое) (см. ИСО 7250 для описания методов измерений и маркерных точек).

c) Вводят измеренные антропометрические значения (среднее арифметическое, полученное хотя бы по трем результатам измерений одного размера) в систему создания компьютерного манекена.

d) Используя возможности программы и сверяясь с маркерными точками шага b), определяют размеры на компьютерном манекене, которые были измерены на человеке и использованы в качестве исходных данных при создании манекена. Для вычисления повторяемости создают манекен хотя бы 10 раз, используя одни и те же входные данные, каждый раз определяют выходные значения, а затем вычисляют стандартное отклонение.

e) Чтобы оценить точность параметров манекена и его применений, вычисляют разность между измерениями человека и размерами компьютерного манекена, который его представляет, используя автоматизированное программное обеспечение, предоставленное системой моделирования компьютерного манекена.

f) Для оценки повторяемости системы моделирования манекена вычисляют повторяемость параметров, используя автоматизированное программное обеспечение, предоставленное системой моделирования компьютерного манекена.

g) Формируют отчет о точности и повторяемости значений параметров компьютерного манекена, смоделированного системой.

h) Пользователи определяют приемлемые уровни точности и повторяемости, необходимые для их целей.

Этот процесс должен быть повторен для всех критических поз, для которых пользователь компьютерного манекена требует высокой точности. Чтобы убедиться, что система моделирования манекена работает в соответствии с ожиданиями и необходимой точностью, точность и повторяемость компьютерного манекена должны быть оценены хотя бы в позах стоя, сидя и наиболее критичных рабочих позах.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 7250:1996	IDT	ГОСТ Р ИСО 7250—2007 «Базовые измерения человеческого тела в технологическом проектировании»
ИСО 15535:2006	—	*
ИСО 15536-1:2005	IDT	ГОСТ Р ИСО 15536-1—2010 «Эргономика. Компьютерные манекены и модели тела. Часть 1. Общие требования»

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

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

EN 614-1:2006, Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles
EN 547-3:1997, Safety of machinery — Human body measurements — Part 3: Anthropometric data
EN 1005-1:2001, Safety of machinery — Human physical performance — Part 1: Terms and definitions
EN 1005-4:1998, Safety of machinery — Human physical performance — Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery
ISO 15537, Principles for selecting and using test persons for testing anthropometric aspects of industrial products and designs
ISO 14738:2002, Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery
ISO 9241-11.1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability

УДК 331.433:006.354 ОКС 13.180 Э65

Ключевые слова: эргономика, интерфейс, компьютерный манекен, компьютерная система моделирования манекена, модель тела, точность манекена, функция манекена, верификация манекена, валидация манекена, пригодность использования

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

Сдано в набор 04.07.2011. Подписано в печать 25.07.2011. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,55. Тираж 109 экз. Зак. 663.

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