ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 20685 — 2013

Эргономика

МЕТОДОЛОГИЯ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СОВМЕСТИМЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ

ISO 20685: 2010
3–D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН АНО «Институт безопасности труда» (АНО «ИБТ») при участии Открытого акционерного общества «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. № 2325-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 20685:2010 «Методология трехмерного сканирования для разработки совместимых с международными антропометрических баз данных» (ISO 20685:2010 «3–D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного национального стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5.

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

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

© Стандартинформ, 2014

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

Введение

Антропометрические измерения имеют ключевое значение во многих международных стандартах. Они могут быть получены с помощью ряда приборов. Трехмерный (3-D) сканер начали применять в антропометрии относительно недавно. 3-D сканеры создают трехмерное облако точек сканирования, покрывающих тело человека, что может быть использовано при создании одежды и проектировании автомобилей, а также в области техники и медицины. В настоящее время отсутствуют стандартизированные методики для использования трехмерного облака точек сканирования в процессе проектирования. В результате многие пользователи извлекают из трехмерного облака точек сканирования одномерные (1-D) данные. Настоящий стандарт рассматривает применение 3-D сканеров для сбора одномерных антропометрических данных для использования при проектировании.

В основу существующих систем сканирования заложено несколько основных технологий. К ним относят стереофотограмметрию, использование ультразвука и светового излучения (лазерного излучения, белого света и инфракрасного излучения). Программное обеспечение, которое обрабатывает данные со сканера, также различается используемыми технологиями. Кроме того, существуют значительные различия в характеристиках и производительности программного обеспечения, которое применяют для получения измерений с качеством, сопоставимым с обеспечиваемым традиционными методами.

Так как существуют принципиальные различия в применяемых технологиях, аппаратном и программном обеспечении, измерения для одного и того же человека, полученные на разных системах, могут значительно различаться. С тех пор как 3-D сканирование начали использовать для измерений таких параметров, как длина и окружность, возникла необходимость в разработке международного стандарта с тем, чтобы пользователи подобных 3-D систем могли оценить пригодность их применения для соответствующих целей.

Целью настоящего стандарта является обеспечение сопоставимости измерений тела, выполняемых в соответствии со стандартом ИСО 7250–1, но измеренных с помощью 3-D сканеров, а не с использованием традиционных антропометрических устройств, таких как измерительная лента или штангенциркуль. Кроме того, предполагается, что любая информация, полученная со сканеров в соответствии с настоящим стандартом, сможет быть загружена в международные базы данных, указанные в стандарте ИСО 15535.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика

МЕТОДОЛОГИЯ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СОВМЕСТИМЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ

Ergonomics. 3–D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases

Дата введения — 2014—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит правила применения трехмерных систем сканирования поверхности с целью получения информации о форме тела человека и измерения размеров, указанных в стандарте ИСО 7250–1, которые могут быть определены с помощью результатов 3-D сканирования. Настоящий стандарт не применяют к устройствам, измеряющим положение и/или движение отдельных анатомических ориентиров.

Несмотря на то, что приводимая в стандарте информация главным образом относится к сканерам всего тела, она также применима и к сканерам отдельных частей тела (сканерам головы, кистей, стоп).

Целевой аудиторией настоящего стандарта являются организации и лица, использующие 3-D сканеры в целях создания антропометрических баз одномерных данных, а также пользователи одномерных антропометрических данных, полученных с помощью 3-D сканеров. Хотя информация не предназначена специально для разработчиков и производителей указанных устройств, она будет им полезна при выполнении требований заказчиков, формирующих и использующих антропометрические базы одномерных данных.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 7250–1:2008. Эргономика. Основные антропометрические измерения для технического проектирования. Часть 1. Определения и основные антропометрические точки.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины с соответствующими определениями:

Примечание – Для определений терминов, обозначающих анатомические ориентиры скелета, когда для участка кожи, расположенного над анатомическим ориентиром, существует один термин, а для самого анатомического ориентира другой, используется термин анатомического ориентира, находящегося на коже. При отсутствии отдельного термина используется термин, обозначающий анатомический ориентир скелета, над которым находится кожа.

3.1 **трехмерный**, 3-D (three–dimensional, 3-D): Находящийся в пределах трех взаимно перпендикулярных шкал, на которых могут быть измерены три координаты, x, y и z, с целью

получения точного местоположения любой обозначенной анатомической точки тела в рассматриваемом пространстве.

Примечание – Многие антропометрические размеры могут быть рассчитаны на основании координат анатомических ориентиров. Для измерения длины окружности иногда необходимы некоторые дополнительные точки.

3.2 **3-D сканер тела** (3–D body scanner): Аппаратно–программный комплекс, создающий цифровые данные формы человеческого тела или его частей в трех измерениях.

3.3 **программное обеспечение для обработки 3–D данных** (3–D processing software): Операционная система, интерфейс пользователя, программы, алгоритмы и инструкции, связанные с трехмерной системой сканирования.

3.4 **аппаратные средства 3–D сканера** (3–D scanner hardware): Физические компоненты 3–D сканера и всех связанных с ним компьютеров.

3.5 **точность** (accuracy): Степень приближения измеряемых величин к истинному значению.

Примечание – Поскольку трудно определить точность измерений, выполненных сложными аппаратными средствами и программным обеспечением по принятым организацией ISO стандартам, в настоящем стандарте под истинными значениями понимаются значения, полученные профессиональным антропометристом с помощью традиционных инструментов, таких как измерительная лента и штангенциркуль.

3.6 **акромион** (гребень лопатки) (acromion)**:** Латеральный конец ости лопатки.

[ИСО 7250–1:2008, 2.2.1]

3.7 **анатомический ориентир** (anatomical landmark): Однозначно установленная точка на теле, которая может быть использована для определения антропометрических размеров.

3.8 **передняя верхняя подвздошная ость** (anterior superior iliac spine): Нижняя точка гребня подвздошной кости.

3.9 **антропометрическая база данных** (anthropometric database): Совокупность результатов антропометрических измерений (антропометрических данных) и демографических данных, собранных и записанных для группы людей (выборки).

[ИСО 15535:2006, 3.8]

3.10 **шейная точка** (cervicale): Наиболее выступающая часть позвоночного столба на задней поверхности основания шеи (остистый отросток седьмого шейного позвонка).

Примечание – На основании стандарта ИСО 7250–1:2008, определение 2.2.5.

3.11 **промежностный угол** (crotch level): Наружная часть нижней ветви лобковой кости стоящего человека

Примечание – Данная точка обычно определяется с помощью верхней части антропометрической рейки

3.12 **Франкфуртская плоскость** (Frankfurt plane): Горизонтальная плоскость, проходящая через верхний край ушной раковины и нижнюю границу глазницы в вертикальном положении головы.

Примечание – Адаптировано из ИСО 7250–1:2008, определение 2.2.8.

3.13 **надпереносье** (glabella): Наиболее выступающая точка лба между надбровными дугами в срединно–сагиттальной плоскости.

[ИСО 7250–1:2008, 2.2.9]

3.14 **подвздошно–гребешковая точка** (iliocristale): Наиболее выступающая в сторону точка гребня подвздошной кости таза.

3.15 **подглазничная точка** (infraorbitale): Самая низкая точка на переднем крае глазницы.

3.16 **наружная лодыжка** (lateral malleolus): Самая латеральная точка правой лодыжки (наружная сторона таранной кости).

3.17 **нижнее ребро** (lowest rib): Нижняя точка нижнего края грудной клетки.

3.18 **подбородочная точка** (menton): Самая низкая точка подбородка в срединно – сагиттальной плоскости.

[ИСО 7250–1:2008, 2.2.16]

3.19 **среднегрудинная точка** (mesosternale): Точка в месте сочленения третьего и четвертого сегмента грудины.

[ИСО 7250–1:2008, 2.2.17]

3.20 **опистокранион** (opisthocranion): Точка на задней поверхности головы, наиболее удаленная от надпереносья в срединно–сагиттальной плоскости.

3.21 **облако точек** (point cloud): Совокупность 3–D точек в пространстве, обозначенных своими координатными значениями.

Примечание – Облако точек – это исходные данные 3–D сканера. Их необходимо перевести в систему координат человека.

3.22 **шиловидный отросток** (radial styloid): Выступ лучевой кости у запястья.

Примечание – Адаптировано из ИСО 7250–1:2008, определение 2.2.26.

3.23 **повторяемость** (repeatability): Совпадение двух значений переменных величин, измеренных на одном и том же объекте.

3.24 **селлион** (sellion): Наиболее глубокая точка переносицы.

3.25 **шиловидная точка** (stylion): Наиболее удаленная от центра точка шиловидного отростка лучевой кости.

Примечание – Адаптировано из ИСО 7250–1:2008, определение 2.2.26.

3.26 **над надколенная точка** (suprapatella): Наиболее высокая точка надколенника (коленной чашки).

3.27 **сосковая точка** (thelion): Точка в центре соска.

3.28 **щитовидный хрящ** (thyroid cartilage): Наиболее выступающий хрящ гортани на передней поверхности шеи.

[ИСО 7250–1:2008, 2.2.28]

3.29 **большеберцовая точка** (tibiale): Точка на самой высокой внутренней (медиальной) поверхности проксимального конца большеберцовой кости голени.

[ИСО 7250–1:2008, 2.2.29]

3.30 **наивысшая точка головы** (top of head): Наиболее высокая точка головы, ориентированной во Франкфуртской плоскости.

3.31 **козелковая точка** (tragion): Углубление непосредственно над козелком.

[ИСО 7250–1:2008, 2.2.30]

3.32 **козелок** (tragus): Небольшой хрящевой выступ ушной раковины перед наружным слуховым проходом.

Примечание – Адаптировано из ИСО 7250–1:2008, определение 2.2.30.

3.33 **локтевая шиловидная точка** (ulnar stylion): Самая дистальная точка на шиловидном отростке локтевой кости.

Примечание – Адаптировано из ИСО 7250–1:2008, определение 2.2.26.

3.34 **шиловидный отросток локтевой кости** (ulnar styloid): Выступ локтевой кости у запястья.

Примечание – Адаптировано из ИСО 7250–1:2008, определение 2.2.26.

3.35 **вертикальная плоскость** (vertical plane): Геометрическая плоскость, проходящая по касательной к соответствующей точке на теле перпендикулярно срединной сагиттальной плоскости.

3.36 **система координат x, y, z (осевая система)** (x, y, z coordinate system, axis system): Система измерения тела человека, находящегося в положении сидя или стоя, при которой ось X имеет направление спереди назад (сагиттальная плоскость), Y – направление от одной стороны к другой (поперечная плоскость), а Z – направление сверху вниз (продольная плоскость).

См. рисунок 1.

Примечание – Исследователи могут произвольно устанавливать наиболее удобное для их работы начало координат, соблюдая при этом установленное направление осей и сообщая о выбранном начале координат в базе данных и во всех публикациях.

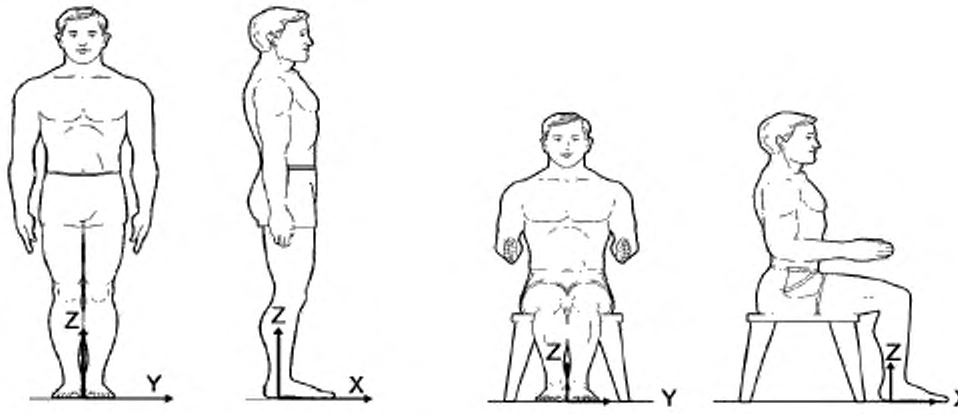


Рисунок 1 – Оси координат *x, y, z.*

4 Точность полученных измерений

4.1 Выбор полученных измерений

Для использования данных, полученных с помощью 3–D сканеров в международных совместимых антропометрических базах данных, необходимо следовать перечню измерений, приведенному в стандарте ИСО 7250–1. Однако не все из указанных в нем антропометрических измерений можно легко извлечь из сканированных 3–D изображений. В частности, разрешение сканера может быть недостаточным для получения точных измерений небольших частей тела, таких, как кисть руки. В таблицах с 1 по 3 представлены измеряемые параметры, наилучшие результаты для которых могут быть получены при использовании различных видов сканеров. Числа указывают номера измеряемых параметров по ИСО 7250–1.

Таблица 1 – Параметры, измеряемые сканером всего тела по ИСО 7250–1

Измеряемые параметры	ИСО 7250–1:2008	Положение тела
Рост	4.1.2	B
Высота уровня глаз	4.1.3	B
Высота плечевого сустава	4.1.4	B
Высота локтя	4.1.5	C
Высота подвздошной ости в положении стоя	4.1.6	B
Высота промежности	4.1.7	B
Высота большеберцовой точки	4.1.8	B
Глубина грудной клетки в положении стоя	4.1.9	A, B
Глубина тела в положении стоя	4.1.10	A, B
Ширина грудной клетки в положении стоя	4.1.11	A
Ширина бедер в положении стоя	4.1.12	A
Высота сидя (прямо)	4.2.1	D
Высота уровня глаз в положении сидя	4.2.2	D
Высота шейной точки в положении сидя	4.2.3	D
Высота плечевого сустава в положении сидя	4.2.4	D
Высота локтя в положении сидя	4.2.5	D
Расстояние «локоть—плечевой сустав»	4.2.6	C
Расстояние «локоть – запястье»	4.2.7	C
Ширина плечевых суставов (биакромеальная)	4.2.8	A, B
Ширина плечевых суставов (бидельтовидная)	4.2.9	A, B
Ширина «локоть–локоть»	4.2.10	D
Ширина бедер в положении сидя	4.2.11	D
Длина голени	4.2.12	D
Высота клиренса (высота бедра над сиденьем)	4.2.13	D
Высота колен	4.2.14	D
Глубина живота в положении сидя	4.2.15	D
Глубина грудной клетки на уровне сосков	4.2.16	B
Глубина «ягодица – живот» в положении сидя	4.2.17	D
Длина «предплечье – кончик пальцев»	4.4.5	C
Длина «ягодица – подколенная впадина»	4.4.6	D
Длина «ягодица – колено» (длина бедра)	4.4.7	D
Окружность шеи	4.4.8	A, B
Окружность грудной клетки	4.4.9	A
Окружность талии	4.4.10	A
Окружность запястья	4.4.11	A
Окружность бедра	4.4.12	A
Окружность икроножной мышцы	4.4.13	A
Примечание – Для сканеров всего тела, в зависимости от используемой системы сканирования, при определении указанных параметров также могут быть полезны позиции из пункта А.2.4.		

Таблица 2 – Параметры, измеряемые сканером головы по ИСО 7250–1

Измеряемый параметр	ИСО 7250–1:2008
Глубина головы	4.3.9
Ширина головы	4.3.10
Длина лица	4.3.11
Окружность головы	4.3.12
Сагиттальная дуга	4.3.13
Фронтальная дуга головы	4.3.14

Таблица 3 –Параметры, измеряемые сканером кисти /ступни по ИСО 7250–1

Измеряемый параметр	ИСО 7250–1:2008
Длина кисти руки	4.3.1
Длина ладони	4.3.2
Ширина кисти на уровне пястных костей	4.3.3
Длина указательного (второго) пальца	4.3.4
Ширина указательного пальца (проксимальная)	4.3.5
Ширина указательного пальца (дистальная)	4.3.6
Длина стопы	4.3.7
Ширина стопы	4.3.8

4.2 Стандартные величины

Тело человека сложно измерять, оно не соответствует нормам точности, применимым, например, к станкам и механизмам. Для настоящего стандарта нормой точности измерений, извлеченных из 3–D изображений, является соответствие их результатам традиционных измерений, выполненных опытным антропометристом (см.[3], [4] и [5]). Разность между средними величинами измеренных параметров, извлеченными из 3–D изображений и путем соответствующих традиционных измерений, определяется по методике, приведенной в разделе 5. Если эта разность меньше значений, указанных в таблице 4, результаты измерений, выполненные сканером, могут быть включены в базы данных, соответствующих стандарту ИСО 15535.

Как и любой хороший научный отчет документирует ошибку наблюдения и ошибку измерения, во всех видах документации, основанной на результатах исследований, полученных при использовании 3–D систем, должна быть представлена точность результатов измерений.

Таблица 4 – Максимально допустимая погрешность между значениями, полученными при сканировании и традиционными методами измерений

Класс измерений	Максимальная средняя разность (см. п. 5.4) мм
Длина (например, длина «ягодица – подколенная впадина»)	5
Высота (например, высота плечевого сустава)	4
Большие окружности (например, окружность грудной клетки)	9
Небольшие окружности (например, окружность шеи)	4
Ширина (например, ширина плечевых суставов)	4
Глубина (например, глубина грудной клетки)	5
Размер головы без волос	1
Размер головы с волосами	2
Размеры кистей	1
Размеры стоп	2

5 Программы исследований для установления точности параметров тела, полученных со сканеров

5.1 Общие сведения

Целью настоящего стандарта является обеспечение достаточной близости значений параметров тела, полученных с использованием 3–D систем, значениям, определенным

традиционными методами в соответствии со стандартом ИСО 7250-1, а также обеспечение возможности взаимной замены настоящего и указанного стандартов без ущерба выполнения заложенных в них требований в части надежности данных. Приложение А содержит информацию, которая будет полезна в достижении этой цели. Для доказательства соответствия 3–D системы требованиям настоящего стандарта должна быть проведена оценка достоверности полученных данных.

5.2 Процедура оценки достоверности данных

В исследование по оценке достоверности данных включают все измеряемые параметры, предусмотренные стандартом ИСО 7250-1 и измеренные методами 3–D сканирования. 3–D сканирование и система извлечения данных должны иметь тот же состав программно–технического обеспечения, который используется при сборе данных согласно стандарту ИСО 7250-1.

Антропометрист, выполняющий измерения традиционными методами, – это, как правило, эксперт, обученный методам измерений по стандарту ИСО 7250-1 и имеющий опыт соответствующей работы. Он (она) должен уметь применять на практике протоколы ИСО 7250-1 для измерения параметров тела в ходе исследования. Предпочтительно, чтобы все испытуемых измерял один и тот же эксперт. Если перед сканированием отмечаются анатомические ориентиры, то их расположение должно быть определено экспертом, обученным методам измерений по стандарту ИСО 7250-1 и имеющим опыт соответствующей работы.

Каждый испытуемый подвергается сканированию и измерению, как правило, не менее одного раза. Порядок измерений, проводимых методом сканирования и традиционным методом, должен быть гармонизирован для устранения неточностей, обусловленных различием порядка измерений. В любом случае измерения производят последовательно в один и тот же день в целях уменьшения погрешности, вызванной временными индивидуальными колебаниями параметров тела (см. приложение А).

5.3 Выбор испытуемых и размер выборки

Анализ размера выборки, представленный в разделе 6, должен быть проведен с целью гарантии достаточности количества выполненных измерений для получения с уровнем доверия 95 % среднего значения разницы между величинами, полученными сканированием и традиционным методом, максимально допустимые значения которых представлены в таблице 4. Для обеспечения уровня доверия в 95 % результатов оценки таких параметров, как окружность груди, талии и бедер, измерения которых представляют одинаковую трудность как при использовании традиционных методов, так и 3–D систем, рекомендуют провести измерения по крайней мере у 40 испытуемых.

Испытуемые, участвующие в исследовании по оценке достоверности, должны иметь примерно тот же диапазон размеров тела и типов фигуры, что и у совокупности, которую планируют измерять с помощью 3–D системы. Если в качестве испытуемых выступают женщины и мужчины, исследуемая выборка должна включать равное количество людей каждого пола. При формировании выборки следует также учитывать многообразие телосложений, а не отбирать людей обязательно со средним ростом и весом. Если должны быть проведены измерения на детях, особенно важно, чтобы выборка, участвующая в исследованиях по оценке достоверности, включала возрастной диапазон предполагаемой для обследования группы.

5.4 Методика анализа

После сбора данных, для каждого параметра и каждого испытуемого рассчитывают разность d между величинами, полученными сканером и антропометристом (d = величина от сканера минус величина от антропометриста). Затем для каждого параметра рассчитывают среднее значение полученных разностей, среднеквадратическое отклонение и доверительный интервал уровня 95 %. Эти величины, а также размер выборки вносят в протокол. Если доверительный интервал уровня 95 % среднего значения разности между величинами, полученными сканером и антропометристом, примерно соответствует значениям, установленным в Таблице 4, можно говорить о том, что 3–D система дает результаты, соизмеримые с получаемыми по методам, описанным в стандарте ИСО 7250-1, то есть 3–D данные могут использоваться в нормативных документах, основанных на протоколах, выполненных по ИСО 7250-1.

5.5 Протокол исследования на достоверность данных

Протокол исследования по оценке достоверности данных должен быть опубликован и/или включен в отчет об антропометрическом обследовании, выполненном с получением 3–D базы данных, если предполагается использовать эти результаты в нормативных документах, основанных на требованиях стандарта ИСО 7250-1. Такой протокол должен включать в себя следующие сведения:

– демографическую (возраст, пол) и антропометрическую (рост, вес) информацию об испытуемых;

– протоколы измерения и сканирования, включая описание одежды, антропометрических

ориентиров и положения тела во время измерения;

– наименование и необходимую информацию (или ссылки на нее), характеризующую проверяемую на достоверность данных 3–D систему, включая номер модели аппаратуры, а также номер версии программного обеспечения;

– средние значения, среднеквадратические отклонения, размеры выборок для каждого параметра тела по измерениям, произведенным с помощью 3-D сканирования и традиционных методов;

– средние значения, среднеквадратические отклонения, размеры выборок и доверительные интервалы уровня 95 % для разницы по значениям, полученным с помощью 3-D сканера и традиционными методами, для каждого параметра тела.

6 Метод оценки требуемого количества испытуемых

6.1 Для того, чтобы сравнение результатов измерений сканера и антропометриста было статистически достоверным, важно, чтобы оцениваемая выборка была достаточно большой для определения средней разности величин, указанной в таблице 4, с уровнем доверия не менее 95 % , при вероятности ошибки на уровне 0,05 или меньше.

6.2 Предполагая нормальное распределение разностей величин, полученных с помощью сканера и антропометристом, минимально требуемый размер выборки для исследования разницы значений может быть оценен с помощью следующего уравнения [5]:

$$n = \frac{s^2}{\delta^2} \cdot (1,96 + 1,65)^2,$$

где s – среднеквадратическое отклонение разности значений со сканера и полученных антропометристом;

δ – величина, обозначающая максимально допустимую разность данных, полученных со сканера и антропометристом;

1,96 – критическое значение Z для сравнения двух тестируемых групп на уровне вероятности ошибки не более 0,05;

1,65 – критическое значение Z для уровня доверия 95 %.

6.3 На практике, истинное среднеквадратическое отклонение разности данных сканера и антропометриста в исследуемой системе, как правило, неизвестно, поэтому для его определения учитывают данные подобных систем из предыдущих исследований. Возможно, потребуется проведение пробного испытания. Величина разницы (δ) которую необходимо выявить, определяют по таблице 4. Эта величина различается для разных параметров тела.

6.4 В связи с тем, что для каждого параметра тела существуют различные диапазоны разброса разностей данных, полученных со сканера и антропометристом, и так как максимально допустимые средние значения этих разностей, установленные для разных классов измерений в таблице 4, объединяют несколько параметров с разными значениями таких разностей, для определения минимального требуемого размера выборки обычно используют тот параметр, который имеет наибольшую величину средней разности. При таком подходе расчетный размер выборки будет достаточен для уровня доверия 95 % (при вероятности ошибки 0,05) в худшем случае и будет более чем достаточен для всех остальных параметров тела.

Пример – Предположим, что необходимо определить достоверность значений окружностей частей тела, измеренных сканером, в сравнении со значениями, полученными традиционными методами. Результаты предыдущих исследований показывают следующие разности данных, полученных с помощью сканера и антропометристом со среднеквадратическими отклонениями: окружность груди 16 мм, окружность талии 14 мм и окружность ягодиц 12 мм, см. [3] и [5] в библиографии. Используя вышеприведенное уравнение и требуемую среднюю разницу в 9 мм для больших окружностей (см. таблицу 4), можно определить, что требуется 42 человека для измерения окружности груди, 32 человека – для измерения окружности талии и 24 человека – для измерения окружности ягодиц. Измерение 42 человек гарантирует уровень доверия 95 % или выше для всех трех параметров.

Приложение А
(справочное)

Методы уменьшения ошибок 3–D сканирования

А.1 Общие сведения

Существует несколько причин неточности антропометрических измерений (к ним относят разницу между величиной, полученной при сканировании и величиной, полученной опытным антропометристом). В настоящем приложении изложены основные причины ошибок, а также методы их уменьшения и документирования.

А.2 Испытуемые

А.2.1 Общие сведения

Перед сканированием необходимо правильно подготовить испытуемых для получения наиболее точных антропометрических данных. Под подготовкой подразумевают обозначение анатомических ориентиров, выбор положения и одежды испытуемых, подходящих для сканирования.

А.2.2 Анатомические ориентиры

Ориентиры отмечают на теле, затем выводят точками или другими знаками на изображение и распознают с помощью доступного программного обеспечения. Симметричные ориентиры отмечают на каждой стороне тела. При обозначении ориентиров (см. Раздел 3) перед сканированием рекомендуется, как минимум, отмечать следующие:

a) акромион;
b) переднюю верхнюю подвздошную ость;
c) шейную точку;
d) промежностный угол;
e) надпереносье;
f) подвздошно–гребешковую точку;
g) подглазничную точку;
h) наружную лодыжку;
i) нижнее ребро;
j) подбородочную точку;
k) среднегрудинную точку;
l) сосковую точку;
m) опистокранион;
n) селлион;
o) шиловидную точку;
p) надколенную точку;
q) щитовидный хрящ;
r) большеберцовую точку;
s) наивысшую точку головы;
t) козелковую точку;
u) локтевую шиловидную точку.

А.2.3 Одежда для сканирования

Количество одежды на человеке должно быть минимальным, в допустимых пределах (с учетом культурных различий). Одежда должна соответствовать фигуре, не быть мешковатой, не иметь складок, и в то же время, не сдавливать тело. Текстура и цвет ткани должны быть видны на изображении со сканера. Пригодность ткани определяется с помощью тестирования каждой отдельной системой сканирования. Верхняя одежда (у женщин) должна быть подобрана таким образом, чтобы среднегрудинная точка была ясно видна. Бретели не должны пересекаться с ориентирами. Нижняя одежда должна обнажать пупок, а внутренние швы не должны пересекать ориентиры нижних конечностей. Предпочтительно, чтобы боковых швов на бедрах не было.

Пример одежды показан на рисунке А.1. Мужчины надевают только низ.

Сканеры поверхности тела преимущественно будут отображать контур волос, а не поверхность головы. Поэтому при измерении параметров головы необходимо осуществить соответствующую подготовку, чтобы получить точные данные размеров головы, шеи и плеч. Для людей с длинными волосами и необычными прическами предлагают использовать эластичные шапочки с отверстиями в центре (см. рисунок А.2). Кроме того, программное обеспечение системы сканирования может помочь правильно распознать необходимые размеры, учитывая проблему контура волос.



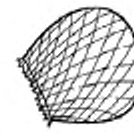
Рисунок А.1 – Пример одежды для сканирования



С шапочкой



Шапочка



Сетка для волос

Рисунок А.2 – Способы укрытия волос

А.2.4 Положение испытуемого

Для получения достоверной информации, используемой в антропометрических базах данных, важно положение испытуемого в сканируемом пространстве. Однако из–за различий сканирующих

систем, оптимальное положение также может быть различным. После определения наиболее удачного положения для сканирования его необходимо понятно объяснить всем испытуемым. Также важно, чтобы испытуемый сохранял свое положение на протяжении всего процесса сканирования. В зависимости от оптимального положения(й), могут быть использованы одно или несколько поддерживающих приспособлений. Необходимо учитывать, что используемые положения могут быть отличными от представленных в стандарте ИСО 7250–1, так как для многих сканирующих систем положения ИСО 7250–1 не всегда приемлемы, например, когда одни части тела заслоняют другие. В связи с этим, для определенных измерений необходимо сделать некоторые корректировки в целях соответствия нормам точности согласно разделу 6. Корректировки могут быть проведены путем применения нескольких положений тела для сканирования, или путем математических преобразований по завершению сканирования. Примерами математических преобразований могут быть регрессионный прогноз, основанный на лабораторных экспериментах, и геометрическое преобразование, основанное на высоте бедер и расстоянии между ступнями.

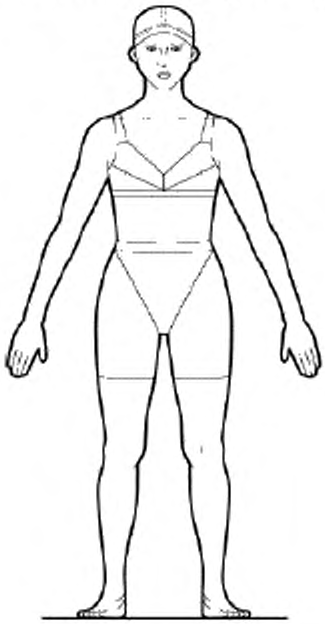
В любом положении необходимо ровное (спокойное) дыхание. Плечевые суставы должны быть расправлены и расслаблены, мышцы не напряжены. Некоторые положения описаны ниже и показаны на рисунке А.3.

– Положение А (стоя)

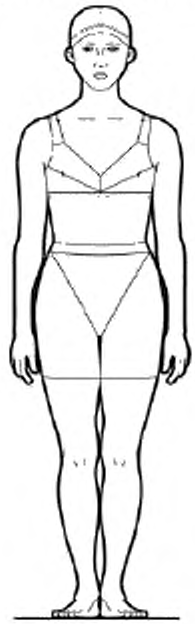
Голова находится во Франкфуртской плоскости; ступни расположены параллельно друг другу на расстоянии 200 мм; руки разведены в плечах, образуя с боками угол в 20°, локти выпрямлены; ладони обращены назад, дыхание спокойное. Это положение может быть использовано для измерения окружностей верхних и нижних конечностей.

– Положение В (стоя)

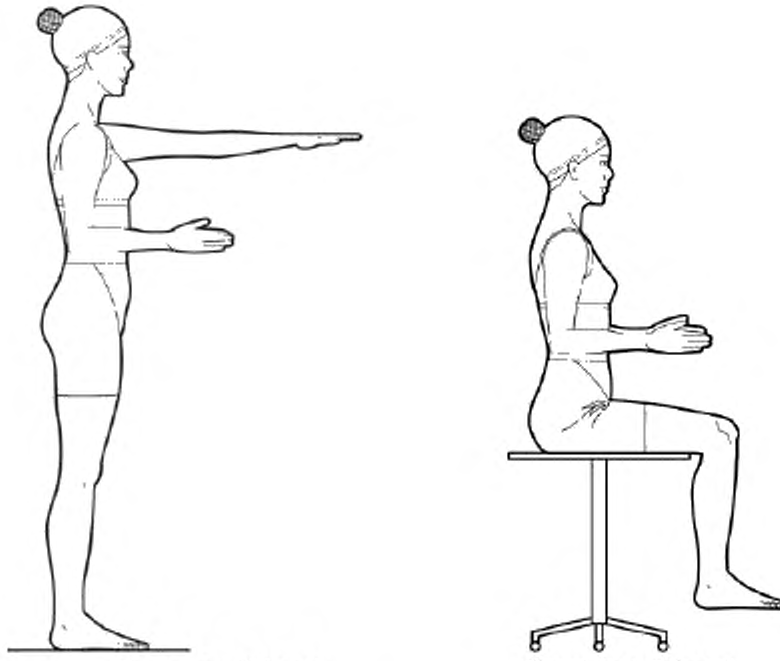
Испытуемый стоит прямо, голова располагается во Франкфуртской плоскости. Пятки вместе, руки свободно опущены вдоль туловища, ладони обращены к телу. Живот расслаблен, дыхание спокойное. Для определения промежности, антропометрическая рейка помещается горизонтально между ногами, таким образом, чтобы ее верхний край располагался на уровне промежности. Это положение может быть использовано для измерения вертикальных расстояний от пола.



Положение А (стоя)



Положение В (стоя)



Положение C (стоя) Положение D (сидя)

Рисунок А.3 – Положения стоя и сидя

– Положение C (стоя)

Человек стоит в положении B, одна рука вытянута вперед ладонью вниз, другая согнута в локте под углом 90°, ладонью внутрь.

– Положение D (сидя)

Человек сидит прямо, голова расположена во Франкфуртской плоскости; руки – вдоль туловища, согнуты в локте под углом 90°, ладони расправлены и обращены друг к другу. Бедра расположены параллельно друг другу, образуя угол 90° с туловищем. Ноги свободно опущены.

Примечание – Положение сидя на плоской поверхности сдавливает ткани тела; данные, полученные в положениях стоя и сидя, нельзя сопоставлять.

А.3 Аппаратное обеспечение

А.3.1 Общие сведения

Необходимо различать возможности аппаратных средств сканера и возможности его программного обеспечения. Несмотря на то, что аппаратное и программное обеспечения часто поставляются вместе, как одна система, здесь они рассмотрены раздельно. И в аппаратных средствах, и в программном обеспечении, единицей измерения по умолчанию является миллиметр.

А.3.2 Разрешение

Расстояние между точками в данных сканирования (разрешение) определяют отдельно для каждой из трех осей. Пользователи должны знать, что разрешение может оказаться измененным внутри сканируемого пространства и на изгибах сканируемого объекта. Эти изменения состояния разрешения, вызванные размером объекта, местом и рельефом тела внутри сканируемого пространства, могут повлиять на точность измерений.

А.3.3 Тестирование и калибровка

А.3.3.1 Калибровка

Аппаратное обеспечение калибруют в первый раз после его поставки и далее периодически в процессе эксплуатации. Частота калибровки зависит от типа и частоты использования сканера. Калибровку всегда следует повторять после перемещения сканера.

Пользователи должны выполнять калибровку, рекомендованную производителем, перед тестированием аппаратного обеспечения, используя процедуры, описанные ниже.

А.3.3.2 Объект тестирования

Аппаратное обеспечение тестируют на объекте с известными размерами. Несмотря на то, что могут быть использованы различные объекты, следует использовать объект, чьи размеры схожи с размерами человека. Объект тестирования помогает в проверке сканируемого пространства.

Для процедур тестирования, рекомендованных ниже, необходимо располагать объект в различных местах сканируемого пространства. Для этого рекомендуется использовать оснастку для испытаний, которая обеспечивала бы перемещение объекта в нужное место с необходимой точностью и надежностью.

А.3.3.3 Контрольные измерения

На объекте тестирования должны быть произведены следующие контрольные измерения:

– расстояние от точки до точки;

– длина дуги;

– сечение окружности.

А.3.3.4 Точность

Как правило, пользователь не в состоянии протестировать точность оборудования. Однако, использование существующего в продаже пакета прикладных программ автоматизированного проектирования для проверки параметров облака точек тестируемого объекта (не путать с программным обеспечением от производителя сканера) поможет выявить серьезные ошибки. Параметры тестируемого объекта измеряют такими традиционными инструментами калибровки, как измерительный метр или штангенциркуль.

a) Разместите сканируемый объект в центре сканируемого пространства на полу или на платформе сканера.

b) Используйте программное обеспечение производителя для записи всех обозначенных точек.

c) Повторите процедуру на высоте 500, 1000, 1500 и 2000 мм от пола/платформы.

d) Используйте программное обеспечение производителя для записи физического местоположения всех отмеченных точек на каждом уровне.

e) При необходимости, повторите процедуру в других положениях вблизи границы сканируемого пространства.

А.3.3.5 Повторяемость результатов

Положения точек на тестируемом объекте записывают с помощью, как минимум, трех сканирований для гарантии повторяемости результатов. Данную процедуру можно не проводить в положениях, обозначенных в пункте А.3.3.4, но она должна быть выполнена, по крайней мере, в центре сканируемого пространства.

А.3.3.6 Статистика

При использовании результатов трех сканирований, анализ повторяемости данных, полученных на конкретных аппаратных средствах, может быть сведен к изучению минимального, максимального и среднего разброса значений.

А.3.3.7 Многокамерная съемка

Камера должна быть проверена для определения ее работоспособности и рабочей зоны. При многокамерной съёмке, работу каждой камеры следует проверять отдельно перед фиксацией изображений.

А.3.4 Сканируемое пространство

Размер сканируемого пространства должен быть такой, чтобы он подходил для всех людей. Рекомендуемый минимальный объем пространства – 2100 мм в высоту (ось Z), 1200 мм в ширину (ось Y) и 1000 мм в глубину (ось X).

А.3.5 Время сканирования

Во избежание помех, вызванных движением, длительность сканирования не должна превышать 20 с.

А.3.6 Прочие причины погрешностей

К прочим причинам погрешностей аппаратного обеспечения относят восприятие цвета, яркости и затенение одних частей тела другими. Пользователи должны знать, что эти причины ошибок могут повлиять на полученные результаты измерений.

А.4 Программное обеспечение

А.4.1 Общие сведения

Ранние версии сканирующих систем включали различные компоненты программного обеспечения сканера, которые поставляли вместе с ним. В настоящее время доступно программное обеспечение производства различных изготовителей, и оно не обязательно совместимо только с одним определенным сканером.

В целях успешного использования 3–D сканирования для антропометрических баз данных, полезно иметь определенные функции в программном обеспечении. Программное обеспечение

может позволять пользователю манипулировать фигурой объекта, определять различные ориентиры тела и сегментировать тело. Более того, программное обеспечение может выдавать величины, идентичные значениям, полученным традиционными антропометрическими инструментами.

А.4.2 Функциональные возможности для работы с фигурой человека

А.4.2.1 Изменение масштаба

Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность приближать фигуру для распознавания отдельных точек и отодвигать ее для просмотра всего изображения.

А.4.2.2 Панорамирование и трансформация

Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность перемещать изображение фигуры вдоль каждой оси внутри сканируемого пространства.

А.4.2.3 Вращение

Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность поворачивать изображение человеческой фигуры на 360° по каждой оси.

А.4.2.4 Перемещаемая ось

По выбору пользователя, программное обеспечение может показывать индикатор осей XYZ и начало системы координат для постоянного наблюдения.

А.4.3 Особенности опознавания точек

А.4.3.1 Программное обеспечение должно позволять определять точки как вручную, так и автоматически, а также определять их как отдельные переменные, используя названия или числа.

А.4.3.2 Программное обеспечение должно предоставлять пользователю возможность давать названия и номера опознанным точкам и обеспечивать ввод/вывод перечней названий точек, используя кодировку ASCII, согласно ИСО/МЭК 8859–1[1].

А.4.3.3 Программное обеспечение должно предоставлять пользователю возможность создавать файл, содержащий названия точек и их 3–D координаты.

Формат файла:

текст с разделителями табуляции (кодировка ASCII, согласно ИСО/МЭК 8859–1).

Структура файла:

X [символ табуляции] Y [символ табуляции] Z [символ табуляции] Название точки [возврат каретки]

А.4.3.4 Программное обеспечение должно предоставлять пользователю возможность выводить ориентиры (используя различные цвета или разные уровни яркости) с фигурой или без нее на экран. Данная функция должна быть доступна для всех точек или для определенного набора точек.

А.4.4 Особенности сегментации

А.4.4.1 Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность разделять изображения частей тела (верхние конечности, нижние конечности, туловище и т.д.) – либо автоматически, используя определенные ориентиры, либо вручную, используя курсор. В случае автоматической сегментации, пользователь должен удостовериться в том, что точки полученных сегментов подходят для его/ее целей.

А.4.4.2 Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность отображать один или несколько сегментов независимо от всего изображения.

А.4.4.3 Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность панорамировать, вращать и изменять масштаб сегментов.

А.4.4.4 Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность панорамировать, вращать и изменять масштаб зоны обзора.

А.4.5 Особенности получения величин измерений

А.4.5.1 Измерения ручным способом

На основании опознанной точки, программное обеспечение должно предоставлять пользователю возможность:

– измерять высоту от пола/платформы,

– измерять расстояние от вертикальной плоскости, ближайшей к наиболее задней точке тела,

– измерять расстояние от вертикальной плоскости, ближайшей к наиболее передней точке тела,

– измерять расстояние от вертикальных плоскостей, ближайших к наиболее правой или левой точкам тела,

– рассчитывать длину горизонтальной и вертикальной окружности, основанной на опознанной точке и

– рассчитывать длину окружности параллельно определенной пользователем плоскости.

На основании двух опознанных точек, программное обеспечение должно предоставлять пользователю возможность

– рассчитывать расстояние от точки до точки в 3–D пространстве,
– рассчитывать вертикальное расстояние между точками,
– рассчитывать горизонтальное расстояние между точками,
– рассчитывать наиболее короткое расстояние между точками и
– создавать и измерять поперечное сечение для снятия измерений параллельных поверхностей, а также внешнего контура.

А.4.5.2 Автоматические измерения

Программное обеспечение может предоставлять пользователю возможность устанавливать виды измерений, совершая манипуляции с ориентирами (например, размер горизонтальной окружности или расстояние от точки до точки), а затем автоматически определять размеры.

А.4.6 Хранение данных

Данные следует хранить в формате, установленном системой. Единственным исключением является система мультиплицированных изображений, в которой изображения перед сохранением группируются и объединяются вместе. В случае сжатия данных перед сохранением, исходная информация должна быть сохранена. Ненужные точки перед сохранением удаляются.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов, указанных в нормативных ссылках настоящего стандарта, национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 7250–1:2008	IDT	ГОСТ Р ИСО 7250-1–2013 Эргономика.
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного документа. Перевод данного документа находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов. Примечание – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия документов: IDT – идентичные документы.		

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов, указанных в библиографии настоящего стандарта, национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 15535:2006	IDT	ГОСТ Р ИСО 15535–2012 Эргономика. Основные требования к созданию антропометрических баз данных
ИСО/МЭК 8859–1:1998	–	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного документа. Перевод данного документа находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов. Примечание – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия документов: IDT – идентичные документы.		

Библиография

[1] ISO/IEC 8859–1, Information technology – 8–bit single–byte coded graphic character sets – Part 1: Latin alphabet No. 1

[2] ISO 15535, General requirements for establishing anthropometric databases

[3] Bradtmiller, B. and Gross, M.E. 3–D Whole Body Scans: Measurement Extraction Software Validation. SAE Technical Series Paper 1999–01–1892. Digital Human Modeling for Design and Engineering International Conference and Exposition, The Hague, 1999

[4] Gordon, C.C., Bradtmiller, B., Clauser C.E., Churchill, T., McCONVILLE, J.T., Tebbetts, I. and Walker, R.A. 1987–1988 Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel: Methods and Summary Statistics. Technical Report (TR–89–044). U.S. Army Natick Research, Development and Engineering Center, Natick, MA, 1989

[5] Paquette, S., Brantley J.D., Corner, B.D., Li, P. and Oliver, T. Automated Extraction of Anthropometric Data from 3–D Images. Paper presented at International Ergonomics Association 2000, San Diego, 2000

[6] Zar, J.H. Biostatistical Analysis, Second Edition, London. Prentice Hall International, 1984, p. 110, Equation 8.8

[7] National Anthropometric Survey of Korea (Size Korea), Technical Report, Korean Agency for Technology and Standards

[8] Yun Ja Nam, Kueng Mi Choi, Eui Seune Jung and Myung Hwan Yun. Standardization of 3D Body Measurement for the Size Korea. Fashion Information and Technology, vol. 1. pp. 6–19, 2004

УДК 572.087:611 ОКС 13.180
Ключевые слова: эргономика; антропометрия; трехмерное сканирование; точность измерений; базы данных.

Подписано в печать 01.09.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,79. Тираж 36 экз. Зак. 2997.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru