ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 20685-2— 2016

Эргономика

МЕТОДОЛОГИЯ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОВМЕСТИМЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ

Часть 2

Исследование показателей формы поверхности и повторяемости положения анатомических ориентиров

(ISO 20685-2:2015, Ergonomics — 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 ноября 2016 г. №1796-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 20685-2:2015 «Эргономика. Методология трехмерного сканирования для создания совместимых с международными антропометрических баз данных. Часть 2. Протокол оценки формы поверхности и повторяемости относительного положения опорных точек» (ISO 20685-2:2015 «Ergonomics — 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions», IDT).

Международный стандарт разработан ISO/TC 159 «Ergonomics».

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

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 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 20685—2013

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 2
4 Исследование формы поверхности ... 3
5 Анализ повторяемости положений анатомических ориентиров ... 4
6 Оценка зоны невидимости ... 7
Приложение А (справочное) Образец тестового объекта ... 9
Приложение В (справочное) Пример испытания и отчета об испытании ... 11
Приложение С (справочное) Пример отчета об исследовании зоны невидимости ... 16
Приложение D (справочное) Совмещение систем координат анатомических ориентиров, полученных при десяти сканированиях ... 18
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации ... 19
Библиография ... 20

Введение

Антропометрические измерения имеют ключевое значение во многих международных стандартах. Они могут быть получены, например с помощью 3D-сканера. Трехмерные (3D) сканеры применяют в антропометрии относительно недавно. 3D-сканеры создают трехмерное облако точек сканирования, покрывающих тело человека, что может быть использовано во многих случаях, в т. ч. при создании одежды и проектировании автомобилей, в технике и медицине. Цифровые модели тела человека, полученные при помощи 3D-сканирования, имеют разнообразное применение на этапе проектирования. Каждая сфера применения антропометрических данных требует от них необходимой точности.

Существующие системы сканирования основаны на ряде современных технологий. К ним относят стереофотограмметрию, использование ультразвука и светового излучения (лазерного излучения, белого света и инфракрасного излучения). Для обработки данных, поступающих со сканера, используются разные методы и программное обеспечение. Кроме того, методы получения анатомических ориентиров различны в разных существующих системах. Для некоторых систем анатомические ориентиры задают специалисты по антропометрии, в других же системах анатомические ориентиры автоматически вычисляются исходя из данных о форме поверхности. Точность анатомических ориентиров оказывает существенное влияние на качество данных, полученных с помощью сканирования, а также, в целом на цифровую модель тела человека, построенную на основе анатомических ориентиров.

Существующие принципиальные различия в применяемых технологиях, аппаратном и программном обеспечении приводят к тому, что полученные данные от разных систем для одного и того же человека могут существенно различаться. Применение систем 3D-сканирования требует разработки международных стандартов, ориентированных на пользователей 3D-сканера и тех, кто применяет полученные антропометрические данные.

Целью настоящего стандарта является обеспечение контроля качества процесса сканирования тела человека, особенно формы поверхностей и расположения анатомических ориентиров, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 7250-1.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Эргономика

МЕТОДОЛОГИЯ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОВМЕСТИМЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ

Часть 2

Исследование показателей формы поверхности и повторяемости положения анатомических ориентиров

Ergonomics. 3D-scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases. Part 2. Research of surface form indicators and repeatability of anatomic landmarks

Дата введения — 2017—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на системы 3D-сканирования поверхности тела человека, предназначенные для получения информации о форме и размерах тела. Настоящий стандарт не применим, если при исследовании анатомические ориентиры изменяют свое положение в пространстве.

Настоящий стандарт применим к сканерам всего тела, но также может быть применен к сканерам отдельных частей тела (сканерам головы, кистей, стоп). Настоящий стандарт применяют к 3D-сканерам, которые формируют один снимок поверхности. При анализе портативного сканера следует иметь в виду, что оператор сканера может вносить вклад в общую неопределенность результата. В системах с вращающимся объектом сканирования в общую неопределенность результата вносит вклад движение объекта. При применении настоящего стандарта используют анатомические ориентиры, установленные специалистом по антропометрии. Стандарт не может быть применен для случая автоматического расчета анатомических ориентиров программными средствами на основе данных сканирования.

Качество сканирования поверхности тела человека и анатомические ориентиры зависят от характеристик 3D-сканера; персонала, выполняющего сканирование и исследуемых объектов. Настоящий стандарт распространяется также на процессы сканирования объектов, отличных от тела человека или его частей.

Применяемые средства измерения должны обладать точностью до миллиметра. Их пригодность может быть проверена путем сравнения со шкалой, откалиброванной в соответствии с международным эталоном длины. Для проверки и определения точности сканирования тела при помощи 3D-сканера используют калиброванный объект, обладающий известной формой и размерами.

Настоящий стандарт предназначен для организаций и лиц, использующих 3D-сканеры в целях создания антропометрических баз данных; пользователей антропометрических баз данных, полученных с помощью 3D-сканеров, проектировщиков и изготовителей 3D-сканеров. Стандарт обеспечивает основу для принятия соглашения о характеристиках сканера тела человека между его пользователями и поставщиками, а также между поставщиками 3D-антропометрических баз данных и их пользователями.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ISO 7250-1 Basic human body measurements for technological design — Part 1: Body measurement definitions and landmarks (Основные антропометрические измерения для технического проектирования. Часть 1. Определения и основные антропометрические точки)

ISO 10360-8 Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) — Part 8: CMMs with optical distance sensors (Геометрические

Издание официальное

характеристики изделий (GPS). Приемочные и повторные проверочные испытания координатно-измерительных машин. Часть 8. Координатно-измерительные машины (CMM), оборудованные оптическими дистанционными датчиками)

ISO 20685 3D-scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases (Методология трехмерного сканирования для разработки совместимых с международными антропометрических баз данных)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **ошибка исследования сферической формы** (error of spherical form measurement): Разность между радиальными расстояниями точек наиболее и наименее удаленных от центра сферы, построенной методом наименьших квадратов по точкам, полученным при сканировании тестовой сферы.

Примечание — Ошибка исследования сферической формы зависит от особенностей сканера и сферичности формы тестовой сферы.

3.2 **показатель разброса сферической формы** (spherical form dispersion value): Наименьшая разность радиусов двух сферических оболочек с центром, расположенным в центре сферы наилучшего приближения, между которыми находится n (в процентах) точек от общего количества точек, полученных при сканировании тестовой сферы.

Примечание 1 — См. рисунок 1, справа.

Примечание 2 — Значение n должно равняться 90 %.

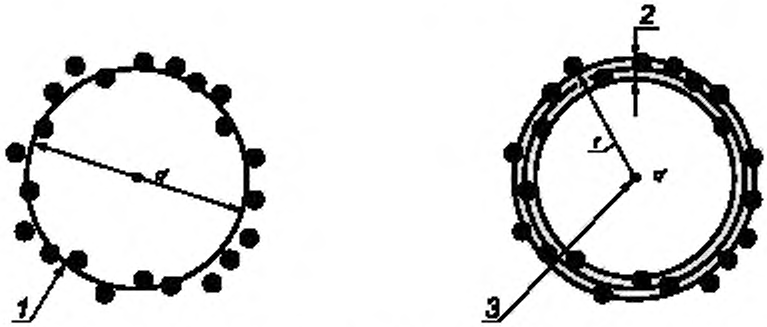
3.3 **стандартное отклонение радиального расстояния** (standart deviation of radial distances): Стандартное отклонение расстояний от точек, полученных при сканировании тестовой сферы, до центра сферы наилучшего приближения, определяемое в направлении радиуса сферы наилучшего приближения.

Примечание — Стандартное отклонение радиального расстояния выступает как индикатор ошибки исследования сферической формы и обладает с ней высокой корреляцией (90 %).

3.4 **ошибка измерения диаметра** (error of diameter measurement): Разность между диаметром сферы наилучшего приближения, полученной методом наименьших квадратов и диаметром тестовой сферы.

Примечание 1 — См. рисунок 1, слева.

Примечание 2 — Данную величину рассчитывают как разность диметра, определенного по результатам сканирования тестовой сферы, и диаметра, установленного при ее калибровке.



1 — сфера наилучшего приближения; *2* — показатель разброса сферической формы; *3* — центр сферы наилучшего приближения; *d* — диаметр сферы наилучшего приближения; *r* — радиальное расстояние от точек, полученных при сканировании до центра сферы наилучшего приближения

Примечание — Область разброса сферической формы, в пределах которой расположены n % общего числа точек, показана заштрихованной областью на рисунке справа (см. рисунок 1). Интервальную оценку показателя разброса сферической формы вычисляют в виде разности квантилей уровней (100-(100-n)/2) и (100-n)/2 распределения радиальных расстояний от точек, полученных при сканировании, до центра сферы наилучшего приближения.

Рисунок 1 — Ошибка измерения диаметра и показатель разброса сферической формы

4 Исследование формы поверхности

4.1 Общие сведения

Условия окружающей среды должны соответствовать условиям эксплуатации 3D-сканера тела. Если сканирование исследуемого объекта требует модификации режима работы сканера, то это должно быть отражено в отчете об исследовании.

4.2 Тестовая сфера

Тестовая сфера должна быть изготовлена из стали, керамики или других подходящих материалов с диффузно отражающей поверхностью; ее используют для определения показателей качества сканирования: показателя разброса сферической формы и ошибки измерения диаметра. Рекомендуется выбирать диаметр сферы так, чтобы он был не менее 10 % от максимального размера прямоугольного параллелепипеда, ограничивающего сканируемое пространство.

Тестовая сфера должна быть откалибрована, диаметр и форма тестовой сферы должны быть указаны в сертификате калибровки. Поскольку ошибка исследования сферической формы и шероховатость поверхности сферы влияют на результаты исследования, ошибка исследования сферической формы не должна превышать 1/5 от максимально допустимой ошибки, заявленной изготовителем сканера.

Свойства поверхности тестируемой сферы могут существенно влиять на результаты исследования. Материал, из которого изготовлена сфера, должен быть указан в отчете об исследовании.

Эталонная сфера, поставляемая вместе со сканером для целей калибровки, не должна быть использована для данной процедуры.

Пример тестовой сферы приведен в приложении А.

4.3 Методика

4.3.1 Исследование тестовой сферы

Сферу исследуют, как минимум, в девяти различных позициях в пределах сканируемого пространства. Позиции для исследования должны включать следующие девять позиций (см. рисунок 2): позиция 1 — центр сканируемого пространства на уровне пола; позиции 2—5 расположены на 500 мм, 1000 мм, 1500 мм и 2000 мм выше позиции 1; позиции 6 и 7 расположены на 250 мм впереди и сзади от позиции 1 и на 1000 мм от уровня пола; позиции 8 и 9 находятся на 400 мм справа и слева от центральной позиции и на уровне 1000 мм от пола.

В случае, когда сфера не может быть исследована в указанных позициях, вследствие малого объема пространства для сканирования, следует исследовать сферу в точках, наиболее близких к описанным, и положения этих точек указать в отчете об исследовании.

4.3.2 Вычисление показателей качества сканирования

Точки, полученные при сканировании тестовой сферы следует отделять от точек, привнесенных в результат сканирования объектами отличными от сферы. Данную процедуру проводят в ручном режиме. Точки, полученные в результате отражения удаленных объектов, также должны быть исключены.

По полученным точкам определяют сферу наилучшего приближения. Вычисляют радиальное расстояние от центра сферы наилучшего приближения до всех полученных точек. Диаметр сферы наилучшего приближения вычисляют как среднее арифметическое всех радиальных расстояний.

Ошибку измерения диаметра вычисляют как разность диметра сферы наилучшего приближения и диаметра тестовой сферы.

Интервальную оценку показателя разброса сферической формы (90 %) вычисляют в виде разности квантилей уровней 95 % и 5 % распределения радиальных расстояний от точек, полученных при сканировании, до центра сферы наилучшего приближения.

Рассчитывается стандартное отклонение всех радиальных расстояний.

4.3.3 Отчет

Описание и результаты исследования тестовой сферы (диаметр и показатель разброса) должны быть отражены в отчете.

Для каждой позиции сканирования должны быть указаны: ошибка измерения диаметра, показатель разброса сферической формы (90%) и стандартное отклонение радиальных расстояний точек, полученных при сканировании. Графическое представление точек, полученных при сканировании тестовой сферы, служит наглядной интерпретацией результатов.

Пример процедуры исследования и отчета приведен в приложении В.

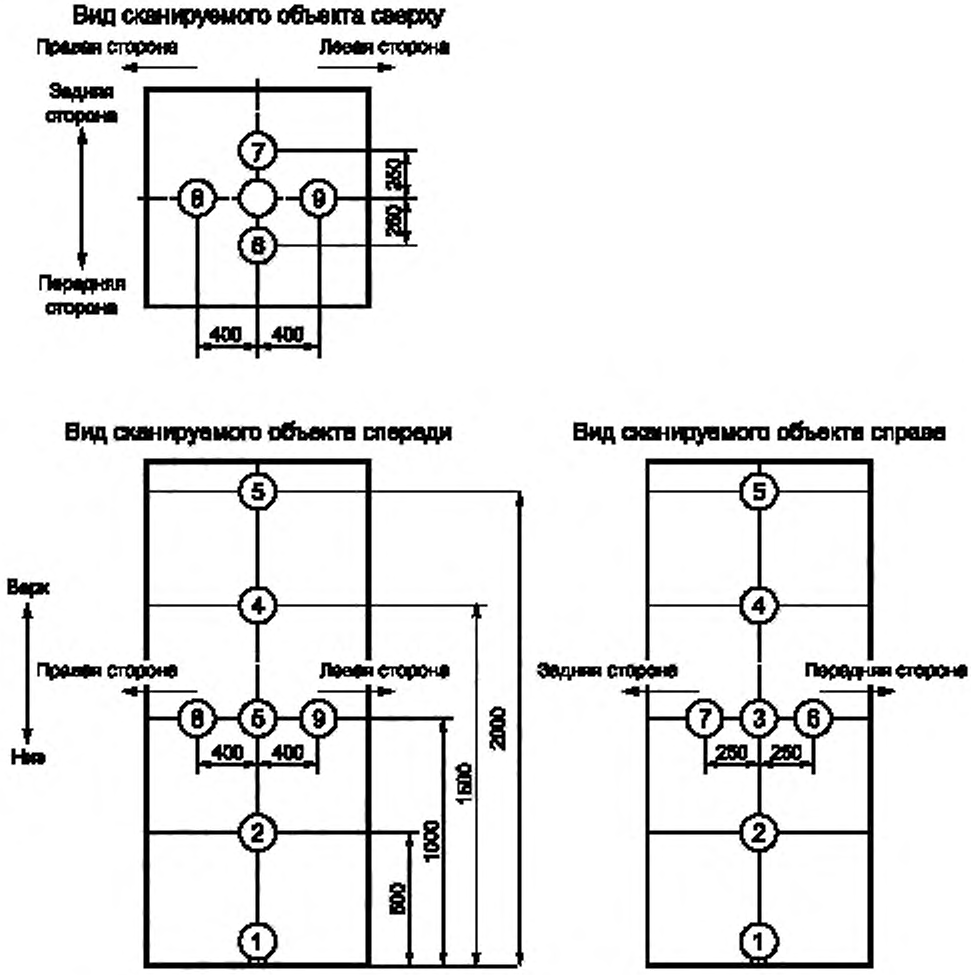


Рисунок 2 — Позиции для исследования сферы

5 Анализ повторяемости положений анатомических ориентиров

5.1 Общие сведения

Условия окружающей среды должны соответствовать условиям эксплуатации 3D-сканера. Если сканирование исследуемого объекта требует модификации режима работы сканера, то это должно быть отражено в отчете об исследовании.

5.2 Исследуемый объект

Должен быть использован антропометрический манекен имитирующий размеры и форму тела человека (не идеальные). Рекомендуется использовать манекен без подвижных частей, имеющий позу, рекомендуемую ГОСТ Р ИСО 20685. Манекен должен быть изготовлен из стеклопластика, металла или другого подходящего материала с диффузно отражающими свойствами поверхности. Анатомические ориентиры должны быть предварительно отмечены на манекене.

Пример манекена представлен в приложении А.

5.3 Анатомические ориентиры

Анатомические ориентиры, для которых должна быть получена оценка, указаны в таблице 1. Из 47 анатомических ориентиров, обязательными являются ориентиры с 1 по 29. Ориентиры с 30 по 47 необязательны. В случае необходимости определения ориентиров, отличных от приведенных в таблице 1, их маркируют начиная с номера 48 и далее.

До сканирования манекена, на место оцениваемого анатомического ориентира должны быть наклеены маркеры. Маркерные наклейки выбирают в соответствии с тестируемым сканером.

Таблица 1 — Анатомические ориентиры

	Анатомический ориентир	Пункт ИСО 20685
1	Темя (наивысшая точка головы) [автоматически вычисляемое положение]	3.30
2	Козелковая точка, справа	3.31
3	Козелковая точка, слева	3.31
4	Подглазничная точка, справа	3.15
5	Подглазничная точка, слева	3.15
6	Надпереносье	3.13
7	Селлион	3.24
8	Подбородочная точка	3.18
9	Опистокранион	3.20
10	Шейная точка	3.10
11	Акромион, справа	3.6
12	Акромион, слева	3.6
13	Среднегрудинная точка	3.19
14	Сосковая точка, справа	3.27
15	Сосковая точка, слева	3.27
16	Подвздошно–гребешковая точка, справа	3.14
17	Подвздошно–гребешковая точка, слева	3.14
18	Передняя верхняя подвздошная ость, справа	3.8
19	Передняя верхняя подвздошная ость, слева	3.8
20	Шиловидная точка, справа	3.25
21	Шиловидная точка, слева	3.25
22	Локтевая шиловидная точка, справа	3.33
23	Локтевая шиловидная точка, слева	3.33
24	Большеберцовая точка, справа	3.29
25	Большеберцовая точка, слева	3.29
26	Наружная лодыжка, справа	3.16
27	Наружная лодыжка, слева	3.16
28	Щитовидный хрящ, справа	3.26
29	Щитовидный хрящ, слева	3.26
30	Точка основания шеи, справа	Необязательный
31	Точка основания шеи, слева	Необязательный
32	Верхнегрудинная точка	Необязательный
33	Передний угол подмышечной впадины, справа	Необязательный
34	Передний угол подмышечной впадины, слева	Необязательный
35	Задний угол подмышечной впадины, справа	Необязательный

Окончание таблицы 1

	Анатомический ориентир	Пункт ИСО 20685
36	Задний угол подмышечной впадины, слева	Необязательный
37	Пупковая точка	Необязательный
38	Большой вертел бедренной кости, справа	Необязательный
39	Большой вертел бедренной кости, слева	Необязательный
40	Ягодичная точка, справа	Необязательный
41	Ягодичная точка, слева	Необязательный
42	Лучевая точка, справа	Необязательный
43	Лучевая кость, слева	Необязательный
44	Коленная точка, справа	Необязательный
45	Коленная точка, слева	Необязательный
46	Нижнеберцовая точка, справа	Необязательный
47	Нижнеберцовая точка, слева	Необязательный

5.4 Процедура сканирования

5.4.1 Положения сканируемого манекена

Манекен должен быть отсканирован 10 раз. После каждого сканирования манекен должен быть слегка смещен для имитации небольших изменений расположения тела человека в позе стоя. Вариации положения должны включать смещение объекта как единого целого в одной плоскости, а также поворот в ней. Рекомендуются 10 положений, представленных в таблице 2.

Таблица 2 — Рекомендуемые положения сканируемого манекена

	Положение
1	Базовая позиция, позиция человека в позе стоя
2	Смещение на 10 мм вперед из позиции 1
3	Смещение на 10 мм назад из позиции 1
4	Смещение на 10 мм вправо из позиции 1
5	Смещение на 10 мм влево из позиции 1
6	Поворот против часовой стрелки: «шаг правой ногой» так, чтобы правая пятка сместилась вперед на 10 мм
7	Поворот по часовой стрелке: «шаг левой ногой» так, чтобы левая пятка сместилась вперед на 10 мм
8	Смещение на 10 мм вперед из позиции 1 и поворот против часовой стрелки в позицию 6
9	Смещение на 10 мм назад из позиции 1 и поворот по часовой стрелке в позицию 7
10	Базовая позиция

5.4.2 Вычисление показателей качества сканирования

При каждом сканировании, с помощью доступного метода, получают координаты анатомических ориентиров.

Для вычисления показателей качества сканирования следует использовать только те ориентиры, координаты которых получены для каждого из 10 сканирований. Данные о десяти позициях анатомических ориентиров обрабатывают одновременно. В приложении D приведен пример процедуры получения анатомических ориентиров методом наложения.

После проведения наложения для каждого анатомического ориентира вычисляют ошибку, как расстояние между соответствующими ориентирами всех возможных пар данных (количество всех возможных пар $N = C_{10}^{2} = \frac{10!}{2!8!} = 45$). Для каждого ориентира средняя и максимальная ошибка являются показателями качества сканирования.

В приложении D приведено описание процедуры одновременного рассмотрения анатомических ориентиров, полученных при 10 сканированиях.

5.4.3 Отчет об исследовании

В отчет должна быть внесена информация о материале, размерах, положении, цвете и других необходимых характеристиках антропоморфного манекена.

Отчет должен содержать сведения об анатомических ориентирах. Для каждого ориентира должно быть указано число сканирований, на основании которых определены координаты ориентира, средняя ошибка определения ориентира и стандартное отклонение ошибок.

Пример процедуры и отчета приведен в приложении В.

6 Оценка зоны невидимости

6.1 Общие сведения

Существуют показатели качества сканирования формы тела человека, которые нельзя оценить при сканировании манекена, вследствие ограниченности форм манекенов для представления всей изучаемой популяции. Большое влияние на качество сканирования формы тела человека оказывает зона невидимости, т. е. та часть тела, которая не может быть сканирована, поскольку закрыта другой частью (частями) тела. На появление зоны невидимости влияет форма тела. Таким образом, для исследования зон невидимости и анализа качества сканирования 3D-сканером представителей заданной популяции, следует использовать реальных представителей изучаемой популяции.

6.2 Выбор испытуемых

Исследование следует проводить более чем на одном представителе популяции (испытуемом). Рекомендуется проводить выбор испытуемых с учетом возможных вариаций формы тела у представителей изучаемой популяции. Выборка испытуемых может представлять собой некоторую комбинацию лиц мужского и женского пола, которая может включать маргинальных представителей изучаемой популяции (например, из групп, соответствующих 5 % квантили или 95 % квантили) по показателям роста или индекса массы тела или включать в себя лиц с различными ограничениями дееспособности.

6.3 Положение испытуемого

Испытуемого сканируют в одном из положений, рекомендованных ИСО 20685. В соответствии с общепринятой методикой, процедуру сканирования проводят один раз.

6.4 Процедура исследования зоны невидимости

Данные, полученные при сканировании и последующей обработке программными средствами, должны быть графически отображены в виде поверхности многогранника без затенений. Некоторые 3D-сканеры автоматически заполняют такие области сканирования, как пустоты или отверстия. Рекомендуется не использовать подобную функцию, если ее использование необходимо, это должно быть отражено в отчете об исследовании.

Оператору следует определять наличие зон невидимости при помощи визуального осмотра. Код стандартной зоны невидимости, должен быть записан. В таблице 3 представлены коды стандартных зон невидимости. При необходимости, могут быть добавлены другие зоны невидимости.

Таблица 3 — Стандартные зоны невидимости

Числовой код	Стандартная зона невидимости
10	Наивысшая точка головы
11	Под носом
12	За ухом
13	В области зрачка
14	Под подбородком
20	За плечом
21	В области подмышек и торса

Окончание таблицы 3

Числовой код	Стандартная зона невидимости
22	Ниже груди
23	Ниже ягодиц
24	В паховой области ближе к медианной плоскости тела
25	На боку, на руках и ногах
30	Боковая поверхность руки на уровне туловища
40	Плантарная часть ступни

6.5 Отчет

В отчете должны быть отражены: среднее, минимальное и максимальное значения роста тела, массы тела и индекса массы тела испытуемых. Для каждой области сканирования следует указать количество испытуемых, имеющих зону невидимости в этой области. Для более надежной интерпретации результатов рекомендуется включать в отчет изображения пустот и отверстий, имеющихся в какой-либо зоне сканирования испытуемого.

Пример отчета представлен в приложении С.

Приложение А
(справочное)

Образец тестового объекта

А.1 Тестовая сфера

Тестовая сфера, изготовленная из пустотелой стали с нитридо-титановым (TiN) покрытием, показана на рисунке А.1. Сфера откалибрована с помощью координатно-измерительной машины. Диаметр тестовой сферы равен 120,01593 мм, а оценка показателя разброса сферической формы (100 %) составляет 0,01896 мм.

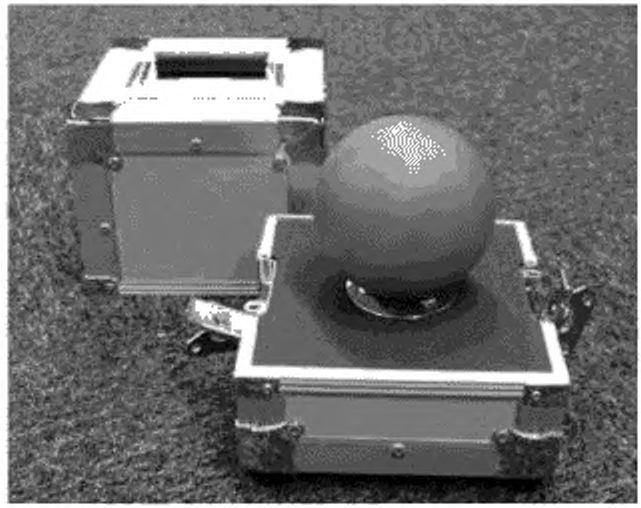


Рисунок А.1 — Модель сферы

А.2 Антропометрический манекен

Модель антропометрического манекена, изготовленная из стеклопластика (ФАП), показана на рисунке А.2. Размеры манекена соответствуют размерам тела молодой японской женщины. Анатомические ориентиры отмечены маленькими выемками. Манекен сканируют в положениях, рекомендованных ИСО 20685.

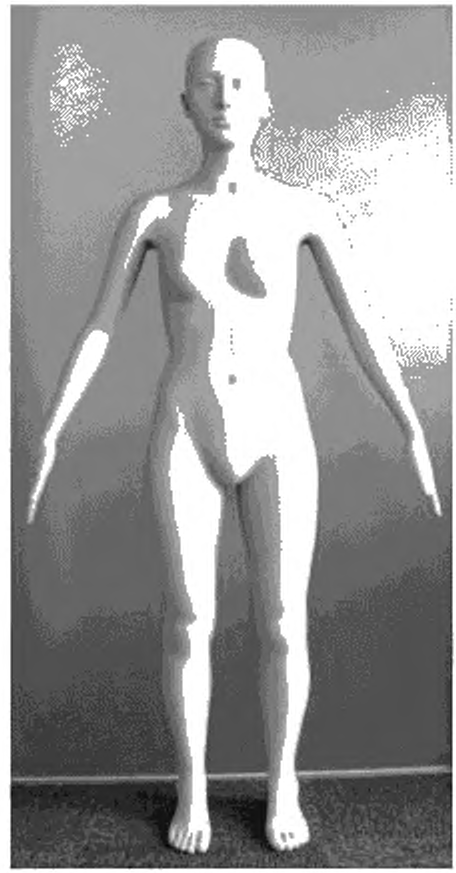


Рисунок А.2 — Модель антропометрического манекена

Приложение В
(справочное)

Пример испытания и отчета об испытании

В.1 Оценка исследования формы

В.1.1 Общие сведения

Сканер тела исследован в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем стандарте.

В.1.2 Тестовый объект

Для исследования использована тестовая сфера, представленная в А.1. Сфера изготовлена из стали. Наружная поверхность сферы подвергнута обдувке и покрыта нитридом титана (TiN). Цвет поверхности сферы — матово золотой. Тестовая сфера откалибрована в Национальном метрологическом институте Японии. Диаметр сферы составляет 120,01593 мм. Оценка показателя разброса сферической формы равна разности между максимальным и минимальным радиальными расстояниями и составляет 0,01896 мм.

В.1.3 Процедура исследования

Тестовая сфера была сканирована в положениях 1—4 и 6—9. Высота сканируемого пространства была недостаточна для сканирования сферы в положении 5, поэтому сфера была сканирована на высоте 1900 мм вместо 2000 мм.

Сфера наилучшего приближения построена на основе данных, полученных при сканировании, после удаления точек, не принадлежащих сфере. При обработке данных использовано соответствующее программное обеспечение. Были вычислены: ошибка измерения диаметра, оценка показателя разброса сферической формы и стандартное отклонение радиальных расстояний.

В.1.4 Отчет об исследовании

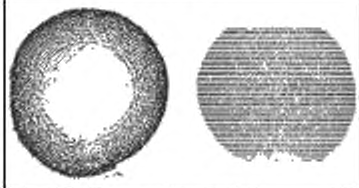
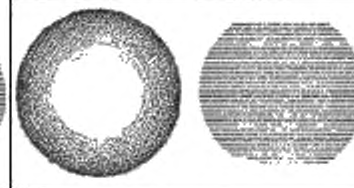
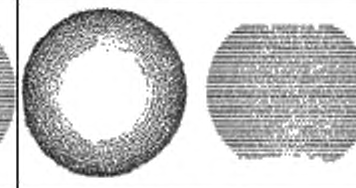
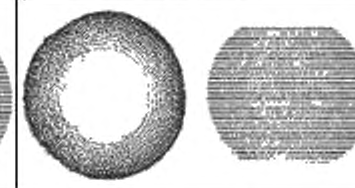
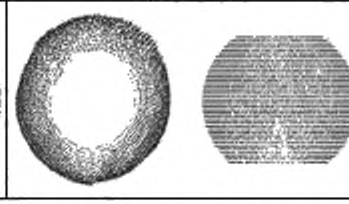
Результаты исследований приведены в таблице В.1 в форме отчета.

Таблица В.1 — Пример отчета об исследовании формы поверхности тестовой сферы

Наименование сканера тела (с указанием изготовителя)	Сканер C9036-02 (Hamamatsu photonics)		
Организация, выполнявшая исследования	Цифровой центр исследований человека (гуманитарный исследовательский центр), Национальный институт передовой промышленной науки и технологии (ПИНТ)		
Дата тестирования	26 мая 2009 г.		
Место проведения исследования	Цифровой центр исследований человека (гуманитарный исследовательский центр), ПИНТ, 2-3-26 Aomi Koto-ku, Токио 135-0064, Япония		
1 Объект исследования (Сфера)			
Материал	Сталь		
Обработка поверхности	Подвергнута обдувке и покрыта нитридом титана (TiN)		
Организация, выполнившая калибровку сферы	Национальной метрологический институт Японии, ПИНТ		
Диаметр сферы	120,01593 мм		
Оценка показателя разброса сферической формы (100%)	0,01896 мм		
2 Результаты исследований			
Позиции сканера		Ошибка измерения диаметра, мм	Оценка показателя разброса сферической формы (90 %), мм	Стандартное отклонение радиальных расстояний, мм
1	Позиция 1 (см. 4.3.1)	1,867	6,004	1,854
2	Позиция 2 (см. 4.3.1)	-0,303	2,164	0,682
3	Позиция 3 (см. 4.3.1)	1,447	3,311	1,035
4	Позиция 4 (см. 4.3.1)	3,344	3,391	4,039
5	Позиция 5 (см. 4.3.1), но высота 1900 мм	1,484	5,214	1,622

6	Позиция 6 (см. 4.3.1)	1,180	3,937	1,226
7	Позиция 7 (см. 4.3.1)	2,291	10,326	3,156
8	Позиция 8 (см. 4.3.1)	0,167	6,384	2,055
9	Позиция 9 (см. 4.3.1)	2,515	7,338	2,080

3 Изображения тестовой сферы

Позиция 1	Позиция 2	Позиция 3
		
Позиция 4	Позиция 5	Позиция 6
		
Позиция 7	Позиция 8	Позиция 9
		

B.2 Оценка повторяемости положений анатомических ориентиров

B.2.1 Общие положения

Сканер тела исследован в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем стандарте.

B.2.2 Объект исследования

Для исследования использован антропометрический манекен, представленный в А.2. Манекен изготовлен из ФАП. Цвет поверхности манекена — серый. Поверхность манекена диффузно отражает свет. Манекен сканирован в положениях рекомендованных ИСО 20685. Манекен имеет размеры, соответствующие размерам тела среднестатистической японской женщины в возрасте от 20 до 29 лет. Анатомические ориентиры отмечены маленькими выемками.

B.2.3 Процедура исследования

Для сканирования тела позиции 47 анатомических ориентиров, перечисленных в таблице 1, отмечены специальными маркерными наклейками.

Для данного сканера стопы манекена располагают на платформе. Положение пяток на платформе отмечено линией. Манекен сканирован 10 раз в положениях, указанных в таблице 2.

По положениям маркерных наклеек координаты анатомических ориентиров определяются автоматически и фиксируются. При необходимости, наименование ориентиров проверяют и исправляют.

Полученные положения ориентира проверены и координаты ориентиров по 10 сканированиям использованы для дальнейшего анализа.

Данные положений каждого ориентира по 10 сканированиям рассмотрены одновременно и определены расстояния между соответствующими ориентирами для всех возможных пар 10 сканирований. Для этой цели использовалось разработанное программное обеспечение.

Среднее значение и стандартное отклонение расстояний между соответствующими ориентирами (ошибок исследования) рассчитаны с помощью Excel.

B.2.4 Отчет об исследовании

Результаты исследований приведены в таблице В.2 в форме отчета.

Таблица В.2 — Пример отчета об исследовании формы поверхности

Наименование сканера тела (с указанием изготовителя)	Сканер C9036-02 (Hamamatsu photonics)
Организация, выполнявшая исследования	Цифровой центр исследований человека (гуманитарный исследовательский центр), Национальный институт передовой промышленной науки и технологии (ПИНТ)
Дата проведения исследования	26 мая 2009 г.
Место исследования	Цифровой центр исследований человека (гуманитарный исследовательский центр), ПИНТ, 2-3-26 Aomi Koto-ku, Токио 135-0064, Япония
1 Объект исследования (Антропометрический манекен)	
Материал манекена	ФАП
Обработка поверхности	Цвет серый, диффузно отражает свет. Положения ориентира помечены маленькими выемками
Размеры	Манекен имеет параметры тела среднестатистической японской женщины от 20 лет до 29 лет. Высота тела 1580 мм
Изготовитель	Nanasai Co. Ltd.
Число использованных анатомических ориентиров	47 ориентиров перечисленных ниже
2 Результаты исследования	
1) Число сканирований во всех позициях	

	Анатомический ориентир	Число сканирований
1	Темя (наивысшая точка головы) [автоматически вычисляемое положение]	10
2	Козелковая точка, справа	10
3	Козелковая точка, слева	2
4	Подглазничная точка, справа	10
5	Подглазничная точка, слева	10
6	Надпереносье	8
7	Селлион	2
8	Подбородочная точка	0
9	Опистокранион	10
10	Шейная точка	10
11	Акромион, справа	1
12	Акромион, слева	7
13	Среднегрудинная точка	10
14	Сосковая точка, справа	10
15	Сосковая точка, слева	10
16	Подвздошно-гребешковая точка, справа	10
17	Подвздошно-гребешковая точка, слева	10
18	Передняя верхняя подвздошная ость, справа	10
19	Передняя верхняя подвздошная ость, слева	10
20	Шиловидная точка, справа	10
21	Шиловидная точка, слева	8
22	Локтевая шиловидная точка, справа	10
23	Локтевая шиловидная точка, слева	10
24	Большеберцовая точка, справа	10

25	Большеберцовая точка, слева	10
26	Наружная лодыжка, справа	0
27	Наружная лодыжка, слева	0
28	Щитовидный хрящ, справа	10
29	Щитовидный хрящ, слева	10
30	Точка основания шеи, справа	10
31	Точка основания шеи, слева	10
32	Верхнегрудинная точка	10
33	Передний угол подмышечной впадины, справа	10
34	Передний угол подмышечной впадины, слева	10
35	Задний угол подмышечной впадины, справа	10
36	Задний угол подмышечной впадины, слева	4
37	Пупковая точка	10
38	Большой вертел бедренной кости, справа	10
39	Большой вертел бедренной кости, слева	10
40	Ягодичная точка, справа	10
41	Ягодичная точка, слева	10
42	Лучевая точка, справа	10
43	Лучевая кость, слева	10
44	Коленная точка, справа	10
45	Коленная точка, слева	10
46	Нижнеберцовая точка, справа	0
47	Нижнеберцовая точка, слева	0

2) Средняя ошибка и максимальная ошибка (мм)

Анатомический ориентир		№	Средняя ошибка	Максимальная ошибка
2	Козелковая точка, справа	45	2,3	5,3
4	Подглазничная точка, справа	45	2,1	4,4
5	Подглазничная точка, слева	45	0,9	2,4
9	Опистокранион	45	1,3	3,2
10	Шейная точка	45	1,8	4,0
13	Среднегрудинная точка	45	2,2	5,0
14	Сосковая точка, справа	45	1,8	4,9
15	Сосковая точка, слева	45	1,7	3,6
16	Подвздошно-гребешковая точка, справа	45	2,1	5,2
17	Подвздошно-гребешковая точка, слева	45	2,3	5,5
18	Передняя верхняя подвздошная ость, справа	45	2,1	5,9
19	Передняя верхняя подвздошная ость, слева	45	2,8	6,1
20	Шиловидная точка, справа	45	2,1	3,5
22	Локтевая шиловидная точка, справа	45	2,2	4,1
23	Локтевая шиловидная точка, слева	45	1,3	2,4
24	Большеберцовая точка, справа	45	2,8	5,5
25	Большеберцовая точка, слева	45	2,5	4,4
28	Щитовидный хрящ, справа	45	1,7	3,4
29	Щитовидный хрящ, слева	45	2,1	4,4
30	Точка основания шеи, справа	45	1,3	3,2

31	Точка основания шеи, слева	45	1,2	2,4
32	Верхнегрудинная точка	45	1,9	4,1
33	Передний угол подмышечной впадины, справа	45	2,4	5,0
34	Передний угол подмышечной впадины, слева	45	2,3	4,4
35	Задний угол подмышечной впадины, справа	45	2,1	4,1
37	Пупковая точка	45	2,7	4,8
38	Большой вертел бедренной кости, справа	45	2,5	4,5
39	Большой вертел бедренной кости, слева	45	3,1	7,3
40	Ягодичная точка, справа	45	2,8	5,7
41	Ягодичная точка, слева	45	3,1	7,4
42	Лучевая точка, справа	45	2,2	3,9
43	Лучевая кость, слева	45	2,9	7,9
44	Коленная точка, справа	45	2,2	4,3
45	Коленная точка, слева	45	1,4	3,5
Примечание 1 — Точка на темени (наивысшая точка головы) исключена из анализа, поскольку ее координаты были вычислены автоматически, а не рассчитаны по положению маркера.				

Приложение С
(справочное)

Пример отчета об исследовании зоны невидимости

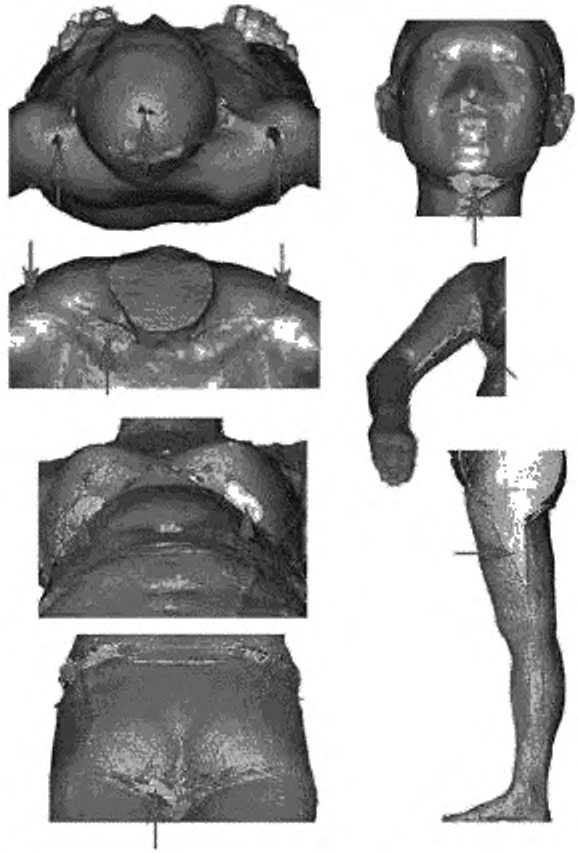
С.1 Общие сведения

В таблице С.1 приведен пример отчета об исследовании зоны невидимости. На рисунке С.1 представлены примеры зон невидимости.

Таблица С.1 — Пример отчета об исследовании зоны невидимости

Наименование сканера тела (с указанием изготовителя)	Сканер C9036-02 (Hamamatsu photonics)		
Организация, выполнявшая исследования	Цифровой центр исследований человека (гуманитарный исследовательский центр), Национальный институт передовой промышленной науки и технологии (ПИНТ)		
Дата проведения исследования	26 мая, 2009 г.		
Место проведения исследования	Цифровой центр исследований человека (гуманитарный исследовательский центр), ПИНТ, 2-3-26 Aomi Koto-ku, Токио 135-0064, Япония		
Автоматическое заполнение выемки	Система имеет функцию автоматического заполнения выемки, но она не была использована		
1 Испытуемые 15 совершеннолетних японских женщин: рост в см (средний, минимальный, максимальный) 157,5 (от 147,0 до 164,8); вес в кг (средний, минимальный, максимальный) 52,2 (от 39,6 до 68,2); индекс массы тела в кг/м^2 (средний, минимальный, максимальный) 21,1 (от 17,6 до 31,6) 15 совершеннолетних японских мужчин: рост в см (средний, минимальный, максимальный) 169,8 (от 160,9 до 177,3); вес в кг (средний, минимальный, максимальный) 62,3 (от 49,4 до 83,6); индекс массы тела в кг/м^2 (средний, минимальный, максимальный) 21,6 (от 19,1 до 29,6)			
2 Процедура Данные, собранные каждой головкой камеры, были переведены в текстовый формат и обработаны программным средством визуализации данных Geomagic Studio			
3 Результаты			
Числовой код зоны невидимости	Стандартная зона невидимости	Количество испытуемых с зоной невидимости: общее число (мужчины, женщины)	Комментарии
10	Наивысшая точка головы	30 (15, 15)	Маленькая зона невидимости
11	Под носом	4 (3, 1)	
12	За ухом	9 (3, 6)	
13	В области зрачка	1 (1, 0)	
14	Под подбородком	30 (15, 15)	Размер варьируется в зависимости от формы
20	За плечом	20 (15, 5)	Маленькая зона невидимости
21	В области подмышек и торса	30 (15, 15)	Маленькая зона невидимости
22	Ниже груди	10 (9, 1)	Размер варьируется в зависимости от формы
23	Ниже ягодиц	10 (5, 5)	Маленькая зона невидимости
24	В паховой области ближе к медианной плоскости тела	30 (15, 15)	Большая зона невидимости на медиальной стороне бедер
25	На боку тела, на руках и ногах	0 (0,0)	

30	Боковая поверхность руки на уровне туловища	30 (15, 15)	Большая зона невидимости в плечах. Размер варьируется в зависимости от формы
40	Плантарная часть ступни	30 (15, 15)	Подошвенная часть ступни полностью отсутствует
Прочие	Выше ключицы	10 (6, 4)	Зона невидимости существует, когда есть выемка



Примечание — Стрелки указывают зоны невидимости.

Рисунок С.1 — Пример зон невидимости

Приложение D
(справочное)

Совмещение систем координат анатомических ориентиров, полученных при десяти сканированиях

D.1 Общие сведения

Совмещение систем координат означает применение метода наименьших квадратов к координатам анатомических ориентиров, полученным при нескольких сканированиях.

D.2 Процедура

Этап 1: Координаты анатомических ориентиров получают доступным методом 10 раз, сканируя один и тот же манекен. Так как используется один и тот же тестовый объект, нормализацию размеров не проводят. В качестве основных данных используют данные одного сканирования, выбранного произвольным образом.

Этап 2: Для данных каждого из оставшихся девяти сканирований изменяют систему координат так, чтобы минимизировать суммы расстояний между соответствующими анатомическими ориентирами данных рассматриваемого сканирования и основных данных.

Этап 3: Затем вычисляют сумму расстояний между соответствующими ориентирами для всех возможных 10 наборов данных. Вычисляют среднее расстояние между соответствующими ориентирами.

Этап 4: Если среднее расстояние больше заданного порогового значения, средние координаты ориентиров вычисляют по 10 наборам данных (после изменения соответствующих систем координат), в качестве базовых данных используют среднее значение и повторяют этапы 2 и 3, пока среднее расстояние не станет меньше или равно пороговому значению. В примере приложения В пороговое значение установлено равным $1{,}0 \cdot 10^{-9}$.

D.3 Альтернативная процедура

В случае невозможности совмещения систем координат, проводят совмещение систем координат двух наборов координат ориентиров для всех возможных пар сканирований, и используют все результаты для расчета средней и максимальной ошибки. В отчете должна быть указана выбранная процедура.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 7250-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 7250-1—2013 «Эргономика. Основные антропометрические измерения для технического проектирования Часть 1. Определения и основные антропометрические точки»
ISO 10360-8	—	*
ISO 20685	IDT	ГОСТ Р ИСО 20685—2013 «Эргономика. Методология трехмерного сканирования для разработки совместимых с международными антропометрических баз данных»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] Kouchi M., Mochimaru M., Bradtmiller B., Daanen H., Li P., Nacher B. A protocol for evaluating the accuracy of 3D body scanners. Work. 2012, 41 pp. 4010—4017

[2] Kouchi M., Mochimaru M., Bradtmiller B., Daanen H., Li P., Nacher B. A protocol for evaluating the accuracy of 3D body scanners. Proccedings of the 1 st Asian Workshop on 3D Body Scanning Technologies, Tokyo, 2012

[3] VDI/VDE 2634-2, 2002, Optical 3D-measuring systems — Part 2: Optical systems based on area scanning

УДК 331.41:006.354 ОКС 13.180 Э65

Ключевые слова: ошибка измерения сферической формы, величина дисперсии сферической формы, стандартное отклонение радиального расстояния, ошибка измерения диаметра

Редактор *А.Б. Рязанцева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 05.12.2016. Подписано в печать 23.12.2016. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,52. Тираж 25 экз. Зак. 3276.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 123995 Москва, Гранатный пер., 4

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru