ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 9241-920— 2014

ЭРГОНОМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕК—СИСТЕМА

Часть 920

Руководство по проектированию осязательного взаимодействия

(ISO 9241-920:2009, Ergonomics of human-system interaction — Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Институт безопасности труда» 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 10 сентября 2014 г. № 1051-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 9241-920:2009 «Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 920. Руководство по тактильному и осязательному взаимодействиям» (ISO 9241-920:2009 «Ergonomics of human-system interaction — Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions», IDT).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Ноябрь 2018 г.

*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

© ISO, 2009 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2015, 2018

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 Применение настоящего стандарта . . . 1
2.1 Рекомендации . . . 1
2.2 Оценка продукции . . . 1
3 Тактильные/осязательные вводы, выводы и/или комбинации . . . 2
3.1 Общее руководство по тактильным/осязательным вводам, выводам и/или комбинациям . . . 2
3.2 Преднамеренная индивидуализация . . . 4
3.3 Ненамеренные восприятия пользователя . . . 4
4 Свойства тактильной и осязательной кодировки информации . . . 5
4.1 Высокоуровневое руководство по тактильной/осязательной кодировке информации . . . 5
4.2 Руководство по специальным тактильным/осязательным характеристикам для кодировки информации . . . 6
5 Кодировка, специфичная для информационного содержания . . . 9
5.1 Кодировка и текстовые данные . . . 9
5.2 Кодировка и использование графических данных . . . 9
5.3 Кодировка и использование систем управления . . . 9
6 Проектирование тактильных/осязательных объектов и пространства . . . 11
6.1 Тактильные/осязательные области экранов дисплея . . . 11
6.2 Объекты . . . 11
7 Взаимодействие . . . 12
7.1 Перемещение в тактильном/осязательном пространстве . . . 12
7.2 Изменение конфигурации . . . 13
7.3 Способы взаимодействия . . . 13
Приложение А (справочное) Обзор стандартов серии ИСО 9241 . . . 14
Библиография . . . 18

Введение

Осязательные взаимодействия приобретают все большее значение в качестве возможных модальностей взаимодействия в компьютерных системах, таких как специализированные компьютерные среды (например, симуляции), и во вспомогательных технологиях. При значительном количестве исследований недостаток стандартов в данной области может привести к развитию систем с недостаточным вниманием к эргономике и операционной совместимости, что приведет к серьезным эргономическим трудностям для пользователей различных несовместимых или конфликтующих осязательных устройств/приложений. Данная часть ИСО 9241 предоставляет рекомендации по эргономике взаимодействия человек—система для осязательных аппаратно-программных взаимодействий, включая руководство к проектированию и оценке аппаратных средств, программного обеспечения и сочетаний аппаратно-программных взаимодействий. Это руководство не является зависимым от технологий и может быть применено в будущем.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭРГОНОМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕК—СИСТЕМА

Часть 920

Руководство по проектированию осязательного взаимодействия

Ergonomics of human-system interaction. Part 920. Guidance on design of haptic interactions

Дата введения — 2015—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит рекомендации к осязательным аппаратно-программным взаимодействиям. Стандарт представляет собой руководство к проектированию и оценке аппаратных средств, программного обеспечения и сочетания аппаратно-программных взаимодействий, включая:

- проектирование/применение осязательных вводов, выводов и/или комбинации вводов и выводов с общим руководством к их проектированию/применению, а также к комбинациям осязательных взаимодействий, связанных с проектированием/применением, для использования в сочетании с другими модальностями или как отдельного типа взаимодействия;
- осязательное кодирование информации, включая текстовые данные, графические данные и системы управления;
- проектирование осязательных объектов;
- планировку осязательного пространства;
- способы взаимодействия.

Настоящий стандарт не дает специальных рекомендаций для брайлевской печати, но может применяться во взаимодействиях, использующих ее.

Рекомендации настоящего стандарта применимы как минимум к системам управления виртуального рабочего места, но могут также использоваться для всей виртуальной среды в соответствии, насколько это возможно, с требованиями симуляции.

Примечание — Признано, что некоторые интерактивные сценарии могут быть ограничены тем, что реальное рабочее место моделируется в виртуальной среде. Объекты могут располагаться в субоптимальных позициях или условиях для осязательного взаимодействия в соответствии с моделируемой ситуацией.

2 Применение настоящего стандарта

2.1 Рекомендации

Индивидуальные рекомендации разделов 5—7 должны быть оценены в отношении их применимости. Применение рекомендаций осуществляется, если их внедрение соответствует целям проектирования.

2.2 Оценка продукции

Если установлено, что продукция отвечает рекомендациям, приведенным в настоящем стандарте, конкретизируются операции для установления требований к продукции, а также для ее оценки. Уровень конкретизации согласуется участвующими сторонами.

Издание официальное

3 Тактильные/осязательные вводы, выводы и/или комбинации

3.1 Общее руководство по тактильным/осязательным вводам, выводам и/или комбинациям

3.1.1 Оптимизация системы

Система должна быть оптимизирована с учетом:

a) точности имеющихся устройств, точности пользователя и требуемой точность задачи;

b) способности пользователя контролировать скорость и силу процессов, используемых в операции;

Примечание 1 — Высокая скорость действий пользователя несовместима с точным контролированием силы, и наоборот.

c) предпочтения активного изучения пассивному, когда это необходимо;

Примечание 2 — Это может способствовать кинестетическому восприятию.

d) использования по мере возможности и целесообразности технологии «Мультитач»;

Примечание 3 — Это может снизить количество ошибок и улучшить осязательное восприятие.

Пример — Использование двух рук при прочтении брайлевской печати может улучшить результативность.

e) общего количества и разной природы требований когнитивных и сенсорных задач.

Примечание 4 — На эффективность осязательных вводов влияют общая рабочая нагрузка, конфликты многозадачных требований и/или перегрузка или затухание определенных каналов сенсорной информации.

3.1.2 Предоставление доступной информации об осязательных элементах

Система должна предоставлять доступные описания всех элементов осязательного пользовательского интерфейса независимо от того, даются эти описания автоматически или нет.

Примечание — Информация может быть представлена в виде текста, звуковых лейблов, синтетической речи, текста на языке жестов или в брайлевской печати.

Пример — Способность определять размер файла или его расположение.

3.1.3 Предоставление информации о контексте

Система должна предоставлять контекст (информацию об обстановке) для того, чтобы помочь пользователю понять смысл осязательного восприятия, а также среды или программы.

Примечания

1 Полезная контекстуальная информация включает в себя информацию о цели программы, а также о возможностях и опасностях среды.

2 Контекстуальная информация может быть представлена в виде короткого текстового сообщения, как, например, текста под рисунком или моделью, устной речи, текста на языке жестов или в брайлевской печати.

3.1.4 Упорядочение этикеток

Этикетки для тактильного/осязательного восприятия как элементы пользовательского интерфейса должны быть:

a) согласованы в размере и расстоянии от других тактильных объектов;

b) расположены в соответствии с оговоренными правилами;

c) одинаково ориентированы.

Примечание — Этикетки, содержащие одну и ту же информацию или выполняющие одну и ту же функцию, должны иметь одинаковую форму, символы и текст.

3.1.5 Определение состояния системы

Система должна предоставлять информацию, позволяющую пользователю сведения о том, какая из задач или функций активна.

3.1.6 Минимизирование усталости

Система должна:

a) обеспечивать комфорт пользователя в течение длительного периода времени;

b) не допускать или минимизировать усталость.

Примечание — Минимизирование усталости может быть достигнуто следующим образом:

- тщательным выбором расположения тела для стимулирования;
- тщательным выбором метода контакта с телом;

- тщательным выбором частоты подачи стимулирующего фактора;
- выбором самой низкой эффективной амплитуды стимулирующего фактора;
- снижением мельчайших точных совместных вращений, особенно в близко расположенных друг к другу сегментах;
- отказом от статических позиций в конце или близко к концу диапазона движения;
- учетом того, что пользователи не будут прилагать излишних усилий для выяснения в полной мере возможностей дисплея.

3.1.7 Предоставление альтернативных методов ввода

Система должна давать пользователю возможность выполнять одну и ту же функцию различными способами, один из которых, по крайней мере, не должен требовать от него навыков тонкого манипулирования.

Примечание — Самый результативный, логический или эффективный для большинства пользователей механизм ввода/вывода может быть сложным или даже неосуществимым для индивидуальных пользователей с физическими недостатками.

Пример — Применение операции, рассчитанной на работу одной рукой (левой или правой).

3.1.8 Поддержка согласованности между модальностями

Система должна сохранять согласованность при необходимости между тактильной/осязательной модальностью и другими модальностями, включая описание действий.

Примечания

1 Визуальное восприятие объекта может искажать тактильное/осязательное восприятие объектов и быть искаженным им. Это может возникнуть также между тактильной/осязательной модальностью и другими модальностями.

2 Аспекты согласованности (свойства, не касающиеся модальности) могут включать:

- размер;
- ориентацию;
- форму;
- картирование;
- разделение объектов;
- время представления.

3 Согласованность также включает в себя относительное расположение экранных устройств управления, а также направления, в которые они могут быть передвинуты.

4 Несогласованность может привести к путанице и неустойчивости управления в многомодальных системах.

3.1.9 Совмещение модальностей

Совмещение модальностей рекомендуется, поскольку может привести к следующим результатам:

a) Усиление информации, полученной через исключительно тактильные/осязательные взаимодействия.

Пример — Звук удара об объект.

b) Предоставление дополнительной информации, не представленной через тактильные/осязательные взаимодействия.

Примечание 1 — Полученные комбинации модальностей могут улучшить пространственную память, а также идентификацию и исследование объектов и их свойств.

Примечание 2 — Сочетания модальностей могут противоречить информации, полученной исключительно через тактильные/осязательные воздействия (см. 3.1.8).

Пример — Информация о цвете объекта.

c) Компенсация ослабленных или перегруженных сенсорных каналов.

Примечание 3 — Тактильные сигналы особенно действенны в условиях неэффективности аудио- и визуальных сигналов (например, сильный шум, слабая видимость).

3.1.10 Представление реального опыта

В то время как использование реального опыта (например, следование законам физики) может усилить понимание пользователя, отклонение от реальности может быть использовано для:

a) упрощения и сосредоточения на важных элементах;

b) исследования нового опыта.

Примечание — Существует несколько случаев, особенно в проектировании устройств интерфейса, когда немного отклоняющееся от реальности, но хорошо спроектированное поведение виртуального объекта облегчает его использование.

Пример — Свойства объекта (например, размер, частота его вибраций) изменяются пользователем, хотя в реальности эти свойства не поддаются изменению.

3.1.11 Изоляция индивидуальных элементов интерфейса

Система должна предотвращать непреднамеренные воздействия на неактивированные элементы интерфейса в результате активации прилегающих элементов интерфейса.

Примеры

1 Вследствие высокого риска непреднамеренных вибраций, когда находящийся поблизости привод вибрирует на одинаковой резонансной частоте, устанавливают неподвижный объемный экран для снижения распространения вибраций.

2 Сокращают механические и электрические взаимные помехи между различными осязательными каналами для максимального снижения непреднамеренных иллюзий восприятия.

3.2 Преднамеренная индивидуализация

3.2.1 Предоставление пользователю возможности изменять модальности

Система должна давать пользователю возможность отключать осязательный вывод и/или пользоваться выводом в иной модальности.

Примечания

1 Осязательные стимулы могут раздражать пользователя, не желающего ими пользоваться, поскольку их тяжело игнорировать.

2 Люди отличаются друг от друга в отношении эффективности визуальных, аудио- и/или осязательных сигналов. Необходимо учитывать предоставление возможности выбора между альтернативами или сочетания нескольких модальностей по мере целесообразности.

3 Осязательные сигналы могут быть предпочтительны, когда иные сенсорные каналы ослаблены или перегружены (например, сильный шум, слабая видимость, необходимость оставаться незамеченным).

3.2.2 Предоставление возможности коррекции обратной связи по усилию

Система должна позволять пользователю корректировать любую обратную связь по усилию.

Примечание — Максимальное усилие, которое может приложить пользователь, ограничивает максимальную возможную силу обратной связи.

3.2.3 Предоставление пользователю возможности индивидуализировать тактильные параметры

Пользователям интерактивных систем должна быть предоставлена возможность регулировки тактильных/осязательных параметров для предотвращения дискомфорта, боли или травм.

Примечания

1 У разных пользователей разные уровни порога ощущения и боли. Более того, в течение жизни пользователя пороги ощущения и боли будут меняться (например, острота восприятия пространства и времени ухудшается с возрастом).

2 Пользователи отличаются по восприятию силы, которая может превосходить их возможности или быть слишком большой для них.

Пример — Происходит усиление осязательных сигналов для преодоления отвлекающих факторов и физического напряжения.

3.3 Ненамеренные восприятия пользователя

3.3.1 Ограничение акустической мощности тактильного/осязательного дисплея

Излучение акустической энергии, производимой тактильным/осязательным дисплеем, не должно мешать:

a) восприятию пользователем представляемой звуковой информации;

b) расположенным поблизости оборудованию и/или людям;

c) требованиям безопасности.

3.3.2 Ограничение нагревания контактной поверхности

Нагревание контактной поверхности (непреднамеренное) не должно:

a) деформировать контактную поверхность;

b) искажать осязательное восприятие пользователя;

c) повреждать кожу пользователя;

d) наносить ущерб осязательному интерфейсу.

Примечание — Внезапное непреднамеренное увеличение/снижение температуры контактной поверхности осязательного интерфейса может возникать в результате различных намеренных осязательных действий (например, вибраций, трения).

3.3.3 Недопущение сенсорной адаптации

Система должна минимизировать воздействие сенсорной адаптации к вибрации.

Примечания

1 Сенсорная адаптация возникает только от вибрационных стимулирующих сигналов в одинаковом диапазоне частот. Одним из подходов к предотвращению сенсорной адаптации является переключение между частотой ниже 80 Гц и частотой выше 100 Гц. Изменение частоты сигнала может изменить ощущение уровня восприятия. Поддержание одинаковых уровней восприятия может включать корректировки амплитуды в соответствии с корректировками частоты.

2 Сенсорная адаптация к вибрации может снизить абсолютный порог ощущения пользователя и изменить его восприятие субъективной величины. Это постепенный процесс, вызванный длительной стимуляцией, для появления которого требуется до 25 мин.

3.3.4 Восстановление после сенсорной адаптации

Система должна позволять пользователю восстановиться после сенсорной адаптации для восприятия стимулирующих сигналов.

Примечание — Время восстановления пользователя после сенсорной адаптации к вибрации в два раза ниже времени адаптации.

3.3.5 Недопущение непреднамеренных иллюзий восприятия

Система должна минимизировать непреднамеренные иллюзии восприятия.

Примечание — Если стимулы расположены слишком близко друг к другу во времени и пространстве, то восприятие объекта может измениться частично или полностью.

3.3.6 Предотвращение связанной со временем маскировки

Система должна предотвращать обусловленную временем маскировку.

Примечания

1 Если два стимула представлены в одном и том же месте, то может возникнуть маскировка даже тогда, когда стимулы представлены асинхронно.

2 Обусловленная временем маскировка может искажать восприятие многократных (растянутых во времени) стимулов.

3 Представление стимулов в разных местах может предотвратить обусловленную временем маскировку.

4 Представление стимулов разной частоты необязательно приводит к снижению связанной со временем маскировки.

4 Свойства тактильной и осязательной кодировки информации

4.1 Высокоуровневое руководство по тактильной/осязательной кодировке информации

4.1.1 Использование знакомых осязательных структур

Где возможно, для представления информации следует использовать осязательные структуры, хорошо знакомые из повседневной жизни.

Примечания

1 Человек без знания специализированной осязательной кодировки (брайлевская печать, азбука Морзе), скорее всего, будет знаком с осязательными паттернами, присутствующими в повседневной жизни.

2 Большинство пользователей более знакомы с паттернами, представленными в двух измерениях, чем с теми, которые предполагают три.

4.1.2 Очевидность осязательной кодировки

Там, где возможно, осязательные кодировки должны быть сделаны очевидными для пользователя путем обеспечения того, что сигналы:

a) являются простыми и интуитивными;

b) легко изучаются и отличаются друг от друга.

Пример — От установленных на теле пользователя тактороов (небольших датчиков, разработанных для оптимизации реакции кожи на вибрацию) получают сигналы о направлении.

4.1.3 Соответствие ожиданиям пользователя

Поведение системы должно соответствовать ожиданиям пользователя.

Примечание — Ориентация, несоответствующая мысленному представлению пользователя, может усложнить понимание объекта.

Пример — Предсказуемое поведение, имитирующее природное явление, например гравитацию, облегчает управление объектами.

4.1.4 Применение сенсорного замещения

Система должна использовать наиболее подходящие сенсорные каналы (модальности) для представления/получения информации пользователем/от пользователя.

Примечания

1 Сенсорные замещения могут осуществляться между модальностями, включая визуальную, аудио и осязательную.

2 При осуществлении замещений важно принимать во внимание схожести и различия между ощущениями, используя их сходства и не допуская замены там, где замещающее ощущение функционально отличается от заменяемого.

4.1.5 Применение соответствующих пространственной адресации и разрешения

Пространственная адресация и разрешение системы должны соответствовать задаче и способностям пользователя к восприятию.

Примечание — Пользователи обладают различными способностями к восприятию в зависимости от части тела, контактирующей с осязательным устройством.

4.1.6 Применение интуитивно понятного расположения

Интуитивно понятное расположение может быть использовано для увеличения пространственной адресации вибротактильного дисплея.

Пример — Там, где согласно задаче требуется доступ к большому числу стимулирующих мест без увеличения количества приводов (исполнительных механизмов), целесообразно использовать интуитивно понятное расположение.

4.1.7 Применение дистальных частей тела для высокого пространственного разрешения

Там, где есть необходимость в высоком пространственном разрешении, пользователь должен взаимодействовать с системой только при помощи дистальных частей тела.

Примечание — Обновляемый брайлевский дисплей использует пространственное расположение в качестве важного параметра дизайна.

4.1.8 Применение более высокой пространственной адресации для подготовленных пользователей

Там, где позволяет задача, дисплеи, предназначенные для подготовленных или опытных пользователей, могут использовать более высокую плотность стимулов.

4.1.9 Применение интуитивно понятного осязательного движения

Интуитивно понятное осязательное движение может быть использовано для объяснения реального действия.

Примечание — При использовании интуитивно понятного осязательного движения наиболее важными параметрами являются длительность действия и временные интервалы между началами действия последовательных стимулов.

Примеры

1 В маршрутных дисплеях направление движения указывается интуитивно понятным отображением последовательных дискретных позиций.

2 Последовательная активация такторов, расположенных на торсе пользователя, с задней стороны к передней, может использоваться в качестве команды «двигаться вперед».

4.1.10 Предотвращение пространственной маскировки

Система не должна допускать пространственную маскировку.

Примечание — Если стимулы используют одновременно в разных местах, то предотвратить пространственную маскировку можно путем применения стимулов с различными частотами (одного с частотой ниже 80 Гц, а другого — выше 100 Гц).

4.2 Руководство по специальным тактильным/осязательным характеристикам для кодировки информации

4.2.1 Выбор измерений для кодировки информации

Осязательные измерения, которые могут использоваться для кодировки информации, включают следующее:

а) свойства материалов:

1) твердость;

2) вязкость;

3) эластичность;
4) масса/вес;
5) инерция;
6) теплопроводность;

b) свойства поверхности:
1) текстура;
2) шероховатость;
3) трение;
4) температура;

c) геометрические свойства:
1) размер;
2) форма;
3) расположение в среде;
4) ориентация в среде;
5) пространственная структура;
6) пространственная дифракционная амплитуда;
7) пространственная дифракционная частота;

d) временные свойства:
1) временной паттерн;
2) временная амплитуда вибрации;
3) частота вибрации.

Примечание — Эти измерения касаются кодировки осязательной информации, используемой для взаимодействий. Они не относятся к симуляции реальных осязательных восприятий.

4.2.2 Видение отличий между значениями параметров

Значения параметров должны быть различимы.

Примечание — Свойства материала, такие как текстура и твердость, являются более заметными, чем геометрические свойства, как, например, размер или форма.

4.2.3 Ограничение числа значений параметров

Для кодировки любого отдельного атрибута необходимо использовать до трех наиболее отличающихся друг от друга параметров, кроме тех случаев, когда доказано, что пользователь среди большого количества значений атрибутов может различить ряд значений, отличающихся друг от друга, например по вибрации или теплопроводности.

Примечание — Хотя, как правило, можно отличить до трех значений атрибутов, для некоторых атрибутов, таких как форма объекта, размер, расположение, текстура, временная структура и масса/вес, отличить можно большее количество значений.

4.2.4 Сочетание свойств

Сочетания свойств могут быть использованы для следующего:

a) кодировки различных информационных измерений;

b) кодировки одних и тех же информационных измерений с резервированием;

c) кодировки информационных измерений более комплексных, чем все допустимые значения любого из индивидуальных параметров.

4.2.5 Ограничение сложности

Все используемые сочетания значений параметров в рамках системы должны быть различимы.

Примечание — Когда параметры используются в сочетаниях без резервирования, число различимых значений отдельных параметров может быть сокращено.

4.2.6 Кодировка согласно форме объекта

При кодировке информации в соответствии с формой объекта система должна использовать узнаваемые формы.

Примеры

1 Система использует квадратные, круглые и треугольные формы для различных видов управляющих механизмов.

2 Система, работающая в трех измерениях, использует кубы, сферы и конусы для различных типов объектов.

4.2.7 Кодировка информации во времени

При кодировке информации во времени время между сигналами должно быть ощутимо и регулируемо.

Примечания

1 Чувствительность кожи различать воздействия во времени очень высока: может быть замечен импульс длительностью 10 мс и обнаружена пауза длительностью 10 мс.

2 Ритм, темп и длительность могут сочетаться для образования временных паттернов.

4.2.8 Кодировка информации с использованием амплитуды вибраций

При кодировке информации с использованием различных дискретных уровней амплитуды вибраций система должна позволять устанавливать уровни между порогом обнаружения и порогом комфорта/болевым порогом.

4.2.9 Кодировка информации по частоте вибраций

При кодировке информации по частоте вибраций система должна:

a) использовать не более семи различных значений частоты;

b) использовать значения частот, отличающиеся друг от друга, как минимум на 20 % от значения соседней нижней частоты;

c) использовать частоты между 10 и 600 Гц, если только низкие частоты могут быть различимы.

Примечания

1 Если различные значения частоты, упомянутые в b), имеют одинаковую амплитуду, то субъективные оценки могут быть различными.

2 Чувствительность осязательного канала у различных пользователей существенно отличается. Как правило, человек осязает частоты от 10 до 600 Гц. Указанные пороговые значения довольно высоки. У некоторых пользователей нижний порог может достигать 250 Гц. Желательно, если это возможно, использовать только частоты между 50 и 250 Гц.

3 В небольшом контакторе может быть применена частота ниже 10 Гц.

4 Если функционирует более одного вертикального вибрирующего стимулятора для передачи образной информации, то может быть применена частота ниже 10 Гц.

4.2.10 Кодировка согласно расположению

При кодировке по местоположению система должна учитывать пространственное разрешение части тела, которое должно принимать информацию.

Примечания

1 Дистальные части тела имеют более высокое пространственное разрешение.

2 Использование суставов тела может увеличить точность определения местоположения.

4.2.11 Кодировка согласно температуре

При кодировке информации по температуре:

a) диапазон используемых значений температур должен находиться в пределах комфорта для пользователей;

b) используемые значения температур должны быть распознаваемы в течение всего воздействия.

4.2.12 Кодировка согласно теплопроводности

Используемые значения теплопроводности должны:

a) давать возможность делать надлежащие поправки для адаптации пользователей к ним;

b) ограничиваться четырьмя значениями.

Примечание — Теплопроводность вызывает иную величину теплового потока на контактной поверхности. Люди обычно ощущают величину теплового потока, нежели температуру как таковую.

Пример — Люди ощущают разницу между металлом и пластиком, имеющими одинаковую температуру поверхности, поскольку у них разная теплопроводность.

4.2.13 Определение информационных величин

Система должна помогать пользователю в определении значения индивидуальных параметров.

Примеры

1 Система предоставляет набор базовых значений для определения шероховатости.

2 Система предоставляет символические обозначения для определения различных типов объектов.

5 Кодировка, специфичная для информационного содержания

5.1 Кодировка и текстовые данные

Скорость представления меняющейся текстовой информации должна быть регулируемой.

5.2 Кодировка и использование графических данных

5.2.1 Отображение осязательной графики

5.2.1.1 Осязательная графика должна быть достаточно простой для того, чтобы быть понятной без длительного изучения.

Примечания

1 Сложные изображения могут отражаться как набор взаимосвязанных изображений, в котором пользователь может переходить от рисунков с низким разрешением к рисункам с более высоким разрешением, детально представляющим некоторую часть изображения. Объект, изображенный полностью на дисплее с низкой пространственной адресацией (с низкой детализацией), затем при увеличении может оказаться слишком большим для его полного отображения.

2 Для получения более подробной информации чаще всего изображение снабжается функцией «зума».

Пример — На осязательных изображениях представляют только те элементы, которые необходимы для выполнения конкретной задачи; лишние детали не допускаются.

5.2.1.2 Важные элементы осязательной графики должны легко восприниматься пользователями осязательных дисплеев.

Примечания

1 Для пользователей с отсутствием зрения ясное и простое выражение значения является более важным, нежели его высококачественное воспроизведение.

2 Избыточная информация может быть включена в кодировку осязательных символов для повышения точности.

5.2.2 Применение решеток на осязательных диаграммах

Решетки на осязательных диаграммах могут использоваться, когда требуются точные прочтения величин. Однако они не должны искажать информацию в диаграмме.

Примечание — Линии решетки могут быть приняты за информационные линии пользователями с нарушением зрения.

5.2.3 Применение ориентиров на осязательных картах

Там, где целесообразно ее использование, осязательная карта должна акцентировать ориентиры.

Примечание — Ориентиры помогают пользователям с нарушением зрения ориентировать карту.

5.2.4 Предоставление масштабов для осязательных карт

Там, где на осязательных картах предоставлены масштабы расстояний, они должны:

a) быть расположены в соответствии с содержанием карты;

b) использовать участки, наиболее доступные для целевой группы пользователей.

Примечание — Полезными могут быть участки, связанные с расстояниями между ориентирами.

5.3 Кодировка и использование систем управления

5.3.1 Применение осязательных систем управления

При использовании осязательных систем управления:

a) необходимо сделать возможным выбор между осязательными системами управления без необходимости их активации;

b) система должна информировать пользователя о выборе и активации осязательной системы управления.

Примечание — Применение эффектов гравитационных колодцев или углублений может улучшить выбор управления и настройки.

Пример — При использовании осязательного управления с помощью кнопок избежать их ненамеренной активации поможет начальный пружинистый участок, на котором сила линейно возрастает вместе с перемещением, после чего следует резкое ослабление противодействующей силы и переход к участку нечувствительности. Здесь противодействующая сила является постоянной. За этим

участком следует резкая остановка, где противодействующая сила приблизительно равна противодействующей силе твердой поверхности.

5.3.2 Применение размеров средств управления и интервалов между ними для недопущения внезапной активации

Система должна использовать размеры средств управления и интервалы между ними для недопущения их непреднамеренной активации.

5.3.3 Недопущение сложных управляющих действий

Система должна избегать использования небольших средств управления или элементов управления, требующих вращения кисти, а также сдавливания или скручивания.

5.3.4 Применение силы для недопущения случайной активации

Там, где необходимо избегать случайных срабатываний, рабочее усилие не должно быть менее 5 Н.

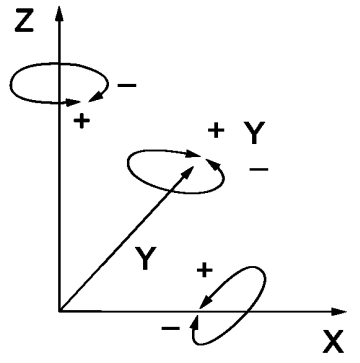
5.3.5 Взаимодействие с системами управления

Усилие управления и вращающий момент виртуальных систем управления не должны превышать значений, данных в таблице 1.

Примечание — Максимальная сила и вращающий момент для особых групп пользователей (например, детей) должны быть намного ниже.

Таблица 1 — Максимальные рекомендуемые значения рабочего усилия/вращающего момента для приводов ручного управления

Вид рукоятки	Часть руки, прикладывающая усилие	Другие факторы	Максимальное рекомендуемое линейное усилие управления, Н	Максимальный рекомендуемый линейный вращающий момент, Н·м
Контактная рукоятка	Палец	Любое направление	10	0,5
	Большой палец	Любое направление	10	0,5
	Кисть	Любое направление	20	0,5
Щипковая рукоятка	Палец/одна кисть	Любое направление	10	1
		Направление X	10	2
		Направление Y	20	2
		Направление Z	10	2
Сжимаемая рукоятка	Одна кисть	Направление X	35	—
		Направление Y	55	—
		Направление Z	35	—
		Радиус 0,25 м	—	20
	Обе кисти	Радиус 0,25 м	—	30



6 Проектирование тактильных/осязательных объектов и пространства

6.1 Тактильные/осязательные области экранов дисплея

6.1.1 Легкость восприятия большого числа осязательных объектов

Система должна обеспечить легкое восприятие большого числа представляемых осязательных объектов.

6.1.2 Легкость определения прилегающих осязательных объектов

Там, где несколько осязательных объектов расположены рядом друг с другом, должно быть возможным идентифицировать их как по отдельности, так и вместе.

Примечания

1 Промежутки между объектами, которые должны соприкасаться, могут привести пользователей в замешательство.

2 Если осязательные объекты находятся в непосредственной близи, поиск цели может быть затруднен.

6.1.3 Сохранение расстояния между поверхностями объектов

Отдельные объекты должны быть расположены на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы пользователь мог различать границы между ними.

Примечание — Если стенки или края находятся очень близко друг к другу, существует риск того, что палец, проходящий по стенке или краю, может также непреднамеренно пройти по соседней стенке или краю.

6.1.4 Разделение осязательных элементов

Там, где не требуется их примыкания друг к другу, между осязательными элементами должна присутствовать различимая дистанция.

Примечание — Дополнительные расстояния между осязательными объектами позволяют их легче распознавать, особенно людям с ограниченной тактильной чувствительностью.

6.1.5 Недопущение пустых пространств

Осязательное пространство не должно иметь переизбытка «пустот», поскольку это может стать одной из главных причин возникновения путаницы.

Примечание — Пустое пространство — это области экрана, не сообщающие ничего полезного для пользователя.

6.1.6 Недопущение выхода за рамки

Необходимо применять ограничения поверхностей во всех направлениях, чтобы избежать ошибочного принятия за другой объект.

Примечание — Осязательные сигналы, такие как вибрация, могут применяться для обозначения физических границ устройств. Таким образом, эти границы не будут путать с объектами в виртуальной среде.

6.1.7 Недопущение выпадения из осязательного пространства

Пользователи не должны иметь возможности непроизвольно «выпадать» из осязательного пространства.

Примечание — Выпадение представляет собой ситуацию, когда пользователь оказывается вне смоделированного пространства, не ощущает отдачи от него и не способен перемещаться в нем.

6.2 Объекты

6.2.1 Использование соответствующих размеров объектов

Размер осязательного объекта должен соответствовать задаче и способностям пользователя к восприятию.

Примечание — Для пользователя может оказаться невозможным воспринять полностью и сразу объекты, требующие большого количества точек контакта.

6.2.2 Создание различимых осязательных символов

Осязательные символы должны быть легко различимы.

Примечание — Примеры элементов символов, которые могут осложнить их восприятие:

- линии с различным наклоном;
- пересекающиеся линии;
- перекрывающиеся элементы дизайна или расположенные на небольшом расстоянии друг от друга;
- зависимость от точки зрения (например, трехмерные объекты, представленные в двух измерениях);
- толстые линии;

- линии различной длины и разного значения;
- параллельность;
- большие расстояния между объектами;
- небольшие элементы символов, незначительно отличающиеся друг от друга, например пунктирные линии с небольшим расстоянием между пунктиром, из-за чего они могут походить на сплошные линии; сплошные волнистые линии с малой амплитудой могут также походить на сплошные линии.

6.2.3 Создание осязательных символов из визуальных

Осязательные символы должны выбираться в соответствии с их осязательной, не визуальной различимостью.

Примечания

1 Существует много визуально легко различимых символов, в то время как эквивалентные им осязательные символы различать уже сложнее.

2 Прямой перевод визуальной формы в осязательную (для использования при нарушении зрения) может использоваться с простыми символами. Однако чем сложнее символ, тем менее приемлемым становится прямой перевод.

6.2.4 Углы осязательных объектов

Осязательные углы и перспективы должны быть близки к естественным углам и перспективам.

Пример — Стрелки-указатели могут быть неверно истолкованы, если они слишком широкие или слишком узкие.

6.2.5 Края осязательных объектов

При использовании одноточечного стиля взаимодействия следует применять округлые края, нежели острые.

7 Взаимодействие

7.1 Перемещение в тактильном/осязательном пространстве

7.1.1 Предоставление навигационной информации

Навигационная информация должна быть предоставлена для помощи пользователям осязательного пространства.

Примечание — Обеспечение навигационной информации не позволяет пользователям «потеряться» в осязательном пространстве.

7.1.2 Поддержка планирования маршрута

Дисплей должен давать возможность пользователю планировать наиболее короткий маршрут до цели.

7.1.3 Предоставление хорошо спланированных маршрутов

Система должна обеспечить четкую структуру маршрутов между объектами, а также наличие их четких начальных и конечных пунктов.

Пример — Удобные маршруты внедряются в виде небольших канавок или борозд.

7.1.4 Облегчение установления и узнавания ориентиров

Система должна предоставлять отчетливые и заметные ориентиры в среде и обеспечить легкость их идентификации и узнавания.

7.1.5 Предоставление соответствующих способов навигации

Система должна предоставить наиболее приемлемые способы навигации (например, перо, кончик пальца, несколько пальцев, обе кисти рук), основываясь на:

a) целевой группе пользователей, областях и целях задачи;

b) размере реального и виртуального пространства, плотности объектов и их свойствах;

c) планировке осязательного пространства.

7.1.6 Предоставление вспомогательных навигационных средств

Могут потребоваться дополнительные навигационные средства там, где:

a) объекты существуют вне отображенного на данный момент пространства;

b) существуют значительные пустые промежутки между объектами;

c) объекты плотно расставлены;

d) объекты (которые могут использоваться как ориентиры) скрыты.

Примечания

1 Виды навигационной помощи включают гравитационные колодцы, дополнительные ориентиры, канавки и борозды.

2 Разные способы представления информации могут усилить те или иные свойства: негативный рельеф выделяет линии, а позитивный — поверхность.

Примеры

1 Высота может помочь пользователям легче сосредотачивать внимание на определенных элементах.

2 Позитивный рельеф эффективен для пространственной планировки, которую пользователи могут изучать при помощи рук.

3 Негативный рельеф (канавки) может удерживать в себе указатель, что облегчает восприятие форм при использовании одноточечного осязательного контактного устройства.

7.1.7 Понимание осязательного пространства

Система должна позволять пользователю свободно двигаться и исследовать осязательное пространство, получая точное представление об объектах и их расположении в этом пространстве.

7.1.8 Поддержка исследовательских планов (операций)

Система должна:

a) давать пользователям возможность реализовать их естественные планы для исследования представляемой информации;

b) поддерживать изучение дополнительных исследовательских планов, приемлемых для пользователя, приложения и/или устройства.

Примечание — Различные виды исследовательских (зондирующих) планов являются более подходящими для получения информации особых типов, например поперечное движение — для информации о текстуре, давление — для информации о твердости, удержание на весу — для информации о весе, отслеживание контура — для информации о форме.

7.2 Изменение конфигурации

7.2.1 Реконфигурирование осязательного пространства

Система должна:

a) предоставлять возможность изменения конфигурации осязательного пространства;

b) получить подтверждение пользователя перед изменением конфигурации осязательного пространства.

Пример — Система позволяет перемещать все элементы управления с целью их оптимального применения конкретным пользователем.

7.3 Способы взаимодействия

7.3.1 Внедрение способов взаимодействия

Система может внедрить ряд способов взаимодействий, включая все или некоторые из следующих:

a) движение относительно объекта;

b) сопровождение (движение к/от/с/у объекта);

c) прослеживание (движение через/вокруг/по поверхности объекта);

d) проникновение в объект;

e) указание на объект;

f) перемещение объекта;

g) протаскивание;

h) отталкивание/притягивание;

i) смещение объекта (встряхивание/наклон/скручивание/вращение);

j) управление движением объекта;

k) владение объектом;

l) захват/сжимание;

m) держание/зажатие;

n) отпускание;

o) постукивание/удар;

p) нажатие/сжатие/растяжение;

q) натирание/царапание/выщипывание;

r) жестикуляция.

7.3.2 Недопущение непреднамеренного колебания

Система должна избегать колебаний, связанных с нестабильностью системы управления.

Приложение А
(справочное)

Обзор стандартов серии ИСО 9241

Настоящее приложение представляет собой обзор стандартов серии ИСО 9241: его структуры, предметных областей и текущего статуса опубликованных и планируемых частей на момент издания данной части ИСО 9241. Последнюю информацию о серии можно получить, перейдя по ссылке: gost.e-ecolog.ru
Id=651393&objAction=browse&sort=name.

Таблица А.1

Часть №	Тема/наименование	Текущий статус
1	Общее введение	Международный стандарт (будет заменен стандартами ИСО/TR 9241-1 и ИСО 9241-130)
2	Руководство по установлению требований к производственным заданиям	Международный стандарт
3	Требования к визуальным дисплеям	Заменен стандартами ИСО 9241 серии «300»
4	Требования к клавиатуре	Международный стандарт (будет заменен стандартами ИСО 9241 серии «400»)
5	Размещение рабочей станции и требования к рабочим позам	Международный стандарт (будет заменен стандартом ИСО 9241-500)
6	Руководство по созданию рабочей среды	Международный стандарт (будет заменен стандартом ИСО 9241-600)
7	Требования к отражающим дисплеям	Заменен стандартами ИСО 9241 серии «300»
8	Требования к отображаемым дисплеем цветам	Заменен стандартами ИСО 9241 серии «300»
9	Требования к устройствам неклавиатурного ввода	Международный стандарт (будет заменен стандартами ИСО 9241 серии «400»)
11	Руководство по пригодности использования	Международный стандарт
12	Представление информации	Международный стандарт (будет заменен стандартами ИСО 9241-111 и ИСО 9241-141)
13	Руководство пользователя	Международный стандарт (будет заменен стандартом ИСО 9241-124)
14	Диалоги меню	Международный стандарт (будет заменен стандартом ИСО 9241-131)
15	Командные диалоги	Международный стандарт (будет заменен стандартом ИСО 9241-132)
16	Диалоги простых манипуляций	Международный стандарт (будет заменен стандартом ИСО 9241-133)
17	Диалоги для заполнения формы	Международный стандарт (будет заменен стандартом ИСО 9241-134)
20	Руководящие указания по доступу к оборудованию и услугам информационных и коммуникационных технологий	Международный стандарт

Продолжение таблицы А.1

Часть №	Тема/наименование	Текущий статус
Введение		
100	Введение в стандарты на эргономику программного обеспечения	Планируется
Основные принципы и структура		
110	Принципы организации диалога	Международный стандарт
111	Принципы представления данных (информации)	Планируется частично пересмотреть и заменить стандарт ИСО 9241-12
112	Принципы мультимедиа	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 14915-1
113	Принципы интерфейса GUI и систем управления	Планируется
Представление и поддержка пользователей		
121	Представление информации	Планируется
122	Выбор и сочетание медиасредств	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 14915-3
123	Навигация (перемещение)	Планируется частично пересмотреть и заменить стандарт ИСО 14915-2
124	Руководство пользователя	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 9241-13
129	Индивидуализация	Планируется
Способы диалога		
130	Выбор и сочетание способов диалога	Планируется включить в себя и заменить стандарт ИСО 9241-1:1997/Amd 1:2001
131	Диалоги в системе меню	Планируется заменить стандарт ИСО 9241-14
132	Командные диалоги	Планируется заменить стандарт ИСО 9241-15
133	Диалоги непосредственного управления	Планируется заменить стандарт ИСО 9241-16
134	Диалоги по заполнению форм	Планируется заменить стандарт ИСО 9241-17
135	Диалоги, использующие язык общения	Планируется
Элементы управления интерфейсом		
141	Управляющие группы информации (включая окна)	Планируется частично заменить стандарт 9241-12
142	Списки	Планируется
143	Диалоги на основе форм	Планируется
Специализированное руководство		
151	Руководство по пользовательскому интерфейсу для Интернета	Международный стандарт
152	Межличностная коммуникация	Планируется
153	Виртуальная реальность	Планируется
154	Руководство к проектированию системы интерактивного речевого взаимодействия (IVR)	Планируется

Продолжение таблицы А.1

Часть №	Тема/наименование	Текущий статус
	Доступность	
171	Руководство по доступности программного обеспечения	Международный стандарт
	Человеко-ориентированное (антропоцентричное) проектирование	
200	Введение в стандарты антропоцентричного проектирования	Планируется
210	Антропоцентричное проектирование интерактивных систем	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 13407
	Базовые модели процесса	
220	Антропоцентричные процессы жизненного цикла	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО /PAS 18152
	Методы	
230	Методы антропоцентричного проектирования	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО/TR16982
	Эргономические требования и методики измерений для электронных визуальных дисплеев	
300	Требования к электронным визуальным дисплеям. Введение	Международный стандарт
302	Электронные визуальные дисплеи. Требования	Международный стандарт
303	Требования к электронным видеодисплеям	Международный стандарт
304	Методы тестирования пользователей, использующих электронные видеодисплеи, на производительность	Международный стандарт
305	Методы испытаний электронных видеодисплеев с помощью оптической лаборатории	Международный стандарт
306	Полевые оценочные методы испытаний электронных визуальных дисплеев	Международный стандарт
307	Анализ и методы испытаний электронных видеодисплеев на соответствие	Международный стандарт
308	Дисплеи — источники излучения электронов с поверхностной электропроводностью (SED)	Технический отчет
309	Дисплеи с органическим светоизлучающим диодом (OLED)	Технический отчет
	Устройства ввода	
400	Принципы и требования к устройствам физического ввода	Международный стандарт
410	Критерии проектирования устройств физического ввода	Международный стандарт
411	Лабораторное испытание и оценочные методы для проектирования устройств физического ввода	Планируется
420	Методика отбора для устройств физического ввода	В стадии подготовки
421	Испытание в рабочем пространстве и оценочные методы для применения устройств физического ввода	Планируется

Окончание таблицы А.1

Часть №	Тема/наименование	Текущий статус
Рабочая станция		
500	Планировка рабочей станции и требования к положению тела	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 9241-5
Рабочая среда		
600	Руководство к рабочей среде	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 9241-6
Области применения		
710	Введение в эргономическое проектирование центров управления	Планируется
711	Принципы проектирования центров управления	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 11064-1
712	Принципы планировки комплексов управления	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 11064-2
713	Планировка помещения управления	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 11064-3
714	Планировка и размеры рабочих станций центра управления	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 11064-4
715	Дисплеи и системы управления в центре управления	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 11064-5
716	Требования к среде помещения управления	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 11064-6
717	Принципы оценки центров управления	Планируется пересмотреть и заменить стандарт ИСО 11064-7
Осязательные взаимодействия		
900	Введение в осязательные взаимодействия	Планируется
910	Схема осязательного взаимодействия	В стадии подготовки
920	Руководство по осязательному взаимодействию	В стадии подготовки
930	Осязательные взаимодействия в многомодальных средах	Планируется
940	Оценка осязательных взаимодействий	Планируется
971	Осязательные интерфейсы для общедоступных устройств	Планируется

Библиография

[1] ETSI EG 202 048 Human Factors (HF): Guidelines on the multimodality of icons, symbols and pictograms. European Telecommunications Standards Institute, Sophia-Antipolis, France, 2002

[2] Bresciani J.-P., Drewing K., Zopf R., Wimperis A., Lovell G., Giachristsis C., Roberts R., Hesse C., Helbig H., Lange C., Vitello M., Bouyer G., Maury V., Kheddar A., Bracewell M., Wing A. and Ernst M. (2005). System specifications design guidelines. Deliverable D5.7-Extended 2, TOUCH-HAPSYS Consortium, 2005. gost.e-ecolog.ru 90/Touch HapSys/paper/m30/TH-D5 7 public.pdf

[3] Brewster S. and Brown L.M. (2004). Tactons: Structured tactile messages for non-visual information display. In CRPIT '04: Proceedings of the Fifth Conference on Australasian user interface, 28 (Dunedin, New Zealand, 2004), Australian Computer Society, Inc., pp. 15—23. gost.e-ecolog.ru

[4] Burdea G. (1996). Force and Touch Feedback for Virtual Reality, John Wiley & Sons, New York

[5] Campion G. and Hayward V. Fundamental limits in the rendering of virtual haptic textures, Proceedings of the First Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environments and Teleoperator Systems, WHC '05, pp. 263—270

[6 Carter J. (2005). A Tactile/Haptic Interface Object Reference Model, Proceedings of G0THI-05

[7] Carter J. and Fourney D. (2005). Research Based Tactile and Haptic Interaction Guidelines, Proceedings of G0THI-05

[8] Chan A., MacLean K.E., McGrenere J. (2005). Learning and Identifying Haptic Icons under Workload, Proceedings of the First Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, WHC 2005, Pisa, Italy, 2005

[9] Christian K. (2000). Design of haptic and tactile interfaces for blind users. gost.e-ecolog.ru

[10] Colwell C., Petrie H., Kornbrot D., Hardwick A. and Furner S. (1998). Haptic virtual reality for blind computer users. In Assets '98: Proceedings of the Third International ACM Conference on Assistive Technologies (Marina del Rey, California, 1998), ACM Press, pp. 92—99. gost.e-ecolog.ru

[11] Darken R.P. and Sibert J.L. (1993). A toolset for navigation in virtual environments. In UIST '93: Proceedings of the sixth annual ACM symposium on user interface software and technology (Atlanta, Georgia, 1993), ACM Press, pp. 157—165. gost.e-ecolog.ru

[12] DiFranco D.E., Beauregard G.L. et al. (1997). The Effects of Auditory Cues on the Haptic Perception of Stiffness in Virtual Environments. ASME Dynamic Systems and Control Division

[13] Durlach N.I. and Mavor A.S. (Eds.) (1995). Virtual Reality: Scientific and Technological Challenges. National Academy Press, Washington, D.C.

[14] Edman P. Tactile graphics. American Foundation for the Blind, New York, 1992

[15] Fourney D. and Carter J. (2005). Initiating Guidance on Tactile and Haptic Interactions, Proceedings of G0THI-05

[16] Gardner J. (2005). Braille, Innovations, and Over-Specified Standards, Proceedings of GOTHI-05

[17] Hale K.S. and Stanney K.M. (2004) Deriving haptic design guidelines from human physiological, psychophysical, and neurological foundations. IEEE Computer Graphics and Applications, 24(2), pp. 33—39. http:/doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MCG.2004.10032

[18] Heller M. and Schiff W. (1991). The psychology of touch, Erlbaum, Mahwal, N.J

[19] ISO 9241-9:2000 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 9: Requirements for non-keyboard input devices

[20] ISO 9241-110:2006 Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Dialogue principles

[21] ISO 9241-171:2008 Ergonomics of human-system interaction — Guidance on software accessibility

[22] ISO 9241-400:2007 Ergonomics of human-system interaction — Part 400: Principles and requirements for physical input devices

[23] ISO 9355-3:2006 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators

[24] ISO 14915-1:2002 Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 1: Design principles and framework

[25] ISO 14915-2:2003 Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 2: Multimedia navigation and control

[26] ISO 14915-3:2002 Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 3: Media selection and combination

[27] ISO/TS 16071:2003 Ergonomics of human-system interaction — Guidance on accessibility for human computer interfaces

[28] ISO/IEC TR 19766:2007 Information technology — Guidelines for the design of icons and symbols accessible to all users, including the elderly and persons with disabilities

[29] ISO/IEC TR 24752:2008 (all parts) Information technology — User Interfaces — Universal remote console

[30] Jansson G. (2005). Two Recommendations for Tactile/Haptic Displays: One for All Kinds of Presentations and One for the Development of Haptic Displays, Proceedings of G0THI-05

[31] Jansson G. Symbols for tactile maps. In B. Lindquist and N. Trowald (Eds.), European conference on educational research for the visually handicapped (Report No. 31, pp. 66—77). Uppsala, Sweden: Uppsala Institute of Education, Department of Pedagogics
[32] Jones L.A. and Berris M. (2003). Material discrimination and thermal perception. Proceedings of the 11th symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, pp. 171—178
[33] Jurgensen H. and Power C. (2005). Information Access for the Blind — Graphics, Modes, Interaction. Proceedings of G0THI-05
[34] Jones L., Hunter I. and Lafontaine S. (1997). Viscosity discrimination: a comparison of an adaptive two-alternative forced-choice and an adjustment procedure. Perception, 26(12), pp. 1571—1578, 1997
[35] Klatzky R.L. and Lederman S.J. (2003). Touch. In A.F. Healy and R.W. Proctor (Eds.), Experimental psychology, 4, pp. 147—176, in I. B. Weiner (Editor-in-Chief), Handbook of Psychology, Wiley, New York
[36] Klatzky R.L. and Lederman S.J. (2007). Object recognition by touch. In J. Rieser, D. Ashmead, F. Ebner and A. Corn (Eds), Blindness and Brain Plasticity in Navigation and Object Perception, Erlbaum, Mahwah, N.J
[37] Klatzky R.L., Loomis J.M., Lederman S.J., Wake H. and Fujjita N. (1993). Haptic identification of objects and their depictions. Perception & Psychophysics, 54, pp. 170—178
[38] Kwok M.G. (2005). Guideline for Tactile Figures and Maps, Proceedings of G0THI-05
[39] Kyung K.U., Ahn M., Kwon D.S. and Srinivasan M.A. (2006). A compact planar distributed tactile display and effects of frequency on texture judgment, Advanced Robotics, 20(5), pp. 563—580
[40] Kyung K.U., Kwon D.S. and Yang G.H. (2006). A Novel Interactive Mouse System for Holistic Haptic Display in a Human-Computer Interface, International Journal of Human Computer Interaction, 20(3), pp. 247—270
[41] Lederman S. and Kinch D.H. (1979). Texture in tactual maps and graphics for the visually impaired. Visual Impairment and Blindness, 73, pp. 217—227
[42] Lederman S.J. and Klatzky R.L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. Cognitive Psychology, 19, pp. 342—368
[43] Miki H., Hirano K., Suzuki K. and Nomura M. (2007). Designing tactile symbols of ATM for visually impaired users. J. Hum. Interface Soc., 9(2), pp. 143—152
[44] Miller T. and Zeleznik R. (1998). An insidious haptic invasion: Adding force feedback to the Xdesktop. In UIST '98: Proceedings of the 11th annual ACM symposium on user interface software and technology (San Francisco, California, 1998), ACM Press, pp. 59—64. gost.e-ecolog.ru
[45] Miller T. and Zeleznik R. (1999). The design of 3d haptic widgets. In SI3D '99: Proceedings of the 1999 symposium on interactive 3D graphics (Atlanta, Georgia, 1999), ACM Press, pp. 97—102. gost.e-ecolog.ru
[46] Miyagi M., Nishida M. and Horiuchi Y. (2005). Conference System using Finger Braille, Proceedings of G0THI-05
[47] Morton A.H. (1982). Visual and Tactile Texture Perception: Intersensory co-operation. Perception & Pyschophysics, 31, pp. 339—344
[48] Nesbitt K. (2005b). Structured Guidelines to Support the Design of Haptic Displays, Proceedings of G0THI-05
[49] Nesbitt K. (2005a). A Framework to Support the Designers of Haptic, Visual and Auditory Displays, Proceedings of G0THI-05
[50] Oakley I., Adams A., Brewster S. and Gray P. (2002). Guidelines for the design of haptic widgets. In Proceedings of BCS HCI 2002 (London, UK, 2002), Springer, pp. 195—212. gost.e-ecolog.ru
gost.e-ecolog.ru
[51] Popescu V., Burdea G. and Trefftz H. (2002). Multimodal interaction modeling.
In Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications, K.M. Stanney (Ed.), Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 2002.
gost.e-ecolog.ru
[52] Schiff W. and Izakow H. (1966). Stimulus redundancy in the tactile perception of histograms. International Journal for the Education of the Blind, 16, pp. 1—11
[53] Section 508 of the Rehabilitation Act (29 U.S.C. 794d), as amended by the Workforce Investment Act of 1998 (Pub. L. No. 105—220), 1998. gost.e-ecolog.ru
[54] Sekuler R. and Blake R. Perception, McGraw-Hill Publishing Company, New York, USA, 1990
[55] Sjostrom, C. (2001). Using haptics in computer interfaces for blind people. In CHI '01 extended abstracts on human factors in computing systems (Seattle, Washington, 2001), pp. 245—246. gost.e-ecolog.ru
[56] Srinivasan M.A. and Basdogan C. (1997). Haptics in Virtual Environments: Taxonomy, Research Status, and Challenges. Computer & Graphics, 21(4), pp. 393—404
[57] Srinivasan M.A., Beauregard G.L. et al. (1996). The impact of visual information on haptic perception of stiffness in virtual environments. ASME Dynamic Systems and Control Division
[58] Sriram Subramanian S., Gutwin C., Nacenta Sanchez M., Power C. and Liu J. (2005). Haptic and Tactile Feedback in Directed Movements. Proceedings of G0THI-05. Guidance on Tactile Human System Interaction: Some Statements, Proceedings of G0THI-05
[59] Stanney K.M., Mollaghasemi M., Reeves L., Breaux R. and Graeber D.A. (2003). Usability engineering of virtual environments (VEs): Identifying multiple criteria that drive effective VE system design. International Journal of Human-Computer Studies, 58(4), 2003, pp. 447—481. gost.e-ecolog.ru -5819(03)00015-6

[60] Stuart R. The Design of Virtual Environments, New York, McGraw-Hill, 1996
[61] Telecommunications Act Accessibility Guidelines (36 CFR, Part 1193), 1998. gost.e-ecolog.ru telecomm/html/telfinal.htm
[62] Van Erp J.B. (2002). Guidelines for the use of vibro-tactile displays in human computer interactions. Proceedings of EuroHaptics 2002. gost.e-ecolog.ru
[63] Verrillo R.T., Fraoli A.J. and Smith R.L. (1969) Sensation magnitude of vibrotactile stimuli, Perception Psychophysics, 7, pp. 366—372
[64] Von der Heyde M. and HAger-Ross C. (1998). Psychophysical experiments in a complex virtual environment. The Third PHANToM User's Group Workshop, Cambridge, Massachusett, USA, MIT
[65] Welch R.B. and Warren D.H. (1980). Immediate Perceptual Response to Intersensory Discrepancy, Psychological Bulletin, 88(3), pp. 638—667
[66] Wunschmann W. and Fourney D. (2005). Haptic and Tactile Feedback in Directed Movements, Proceedings of GOTHI-05. Guidance on Tactile Human System Interaction: Some Statements, Proceedings of G0THI-05

УДК 004.032.6:004.35:004.5:006.354
621.3.037.3:006.35431.120

ОКС 13.180
35.180

Ключевые слова: эргономика, тактильные/осязательные дисплеи, индивидуализация тактильных/осязательных дисплеев (вводов и выводов), диалоги, модальность, тактильная/осязательная кодировки информации, кодировка и текстовые данные, кодировка и графические данные, тактильные/осязательные области экранов дисплея

Редактор *Е.В. Яковлева*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 20.11.2018. Подписано в печать 30.11.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,51.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru