ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 9355-2— 2009

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИСПЛЕЕВ И МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 2

Дисплеи

ISO 9355-2:1999
Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 2: Displays
(IDT)

Издание официальное

БЗ 9—2009/563

Москва
Стандартинформ
2010

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 декабря 2009 г. № 574-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 9355-2:1999 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи» (ISO 9355-2:1999 «Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 2: Displays»)

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2010

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Видеодисплеи 2
4.1 Требования к обнаружению сигнала на видеодисплее 2
4.2 Требования к распознаванию сигнала с видеодисплея 5
4.3 Требования к представлению информации на дисплеях 11
5 Дисплеи со звуковым сигналом (акустические индикаторы) 11
5.1 Требования к обнаружению сигнала 12
5.2 Требования к распознаванию сигнала 12
5.3 Требования к интерпретации сигнала 12
6 Тактильные дисплеи (индикаторы) 13
6.1 Требования к тактильным индикаторам 13
6.2 Требования к идентификации информации 13
6.3 Требования к интерпретации информации 13
Приложение А (справочное) Форма цифр 15
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам) 16
Библиография 17

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИСПЛЕЕВ И МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 2

Дисплеи

Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators. Part 2. Displays

Дата введения — 2010—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает руководящие принципы выбора конструкции и мест расположения дисплеев, отображающих информацию. Применение настоящего стандарта способствует снижению эргономических опасностей, связанных с использованием дисплея. Настоящий стандарт устанавливает эргономические требования к видеодисплеям, а также к акустическим и тактильным устройствам отображения информации и воспроизведения сигналов (дисплеям).

Настоящий стандарт распространяется на дисплеи, используемые в технических устройствах (панелях управления, приборах, пультах мониторинга, диспетчерского и оперативного управления и т.п.), находящиеся как в промышленном, так и в частном применении.

Эргономические требования для офисных задач с использованием видеодисплейных терминалов (VDT) установлены в стандартах серии ИСО 9241.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 7731 Эргономика. Сигналы опасности для административных и рабочих помещений. Звуковые сигналы опасности (ISO 7731, Ergonomics — Danger signals for public and work areas — Auditory danger signals)

МЭК 61310-1 Безопасность машин. Показатели, обозначения и обеспечение. Часть 1. Требования к визуальным, акустическим и тактильным сигналам (IEC 61310-1, Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals)

МЭК 61310-2 Безопасность машин. Показатели, обозначения и обеспечение. Часть 2. Требования к обозначениям (IEC 61310-2, Safety of machinery — Indication, marking and actuation — Part 2: Requirements for marking)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **оператор** (operator): Лицо, в обязанности которого входит установка, приведение в действие, эксплуатация, управление, регулировка, техническое обслуживание, чистка машин и механизмов управления, их ремонт или транспортировка.

3.2 **производственное (рабочее) задание** (work task): Деятельность, которая необходима для достижения рабочей системой заданного результата.

[EN 614-1]

3.3 **производственное (рабочее) оборудование** (work equipment): Машины, инструменты, транспортные средства, устройства, механизмы, установки и другие принадлежности, используемые в производственной системе.

[EN 614-1]

Издание официальное

3.4 **сигнал** (signal): Воздействие на органы чувств оператора, характеризующее состояние или изменение состояния производственного оборудования. Настоящий стандарт описывает сигналы, распознаваемые органами зрения (видеодисплей), слуха (акустический индикатор) или осязания (тактильный индикатор).

3.5 **дисплей**[1)] (display): Устройство для представления информации, вид которого может меняться в зависимости от вида представляемой информации: видеодисплеи (для представления визуальной информации), устройства воспроизведения акустических сигналов, устройства отображения тактильной (осязательно воспринимаемой) информации.

3.6 **цифровой дисплей** (digital display): Дисплей, в котором информация представлена цифровым кодом.

3.7 **буквенно-цифровой дисплей** (alphanumeric display): Дисплей, в котором информация представлена в виде комбинации цифр и букв.

3.8 **аналоговый дисплей** (analogue display): Дисплей, в котором состояние представляемой информации является функцией линейных и угловых размеров и других измерений. В случае визуального дисплея информация отображается в виде отклонения стрелки-курсора, длины гистограммы и аналогичных визуальных величин. В случае акустических индикаторов информацию передают тоном или громкостью сигнала. В случае тактильного индикатора информацию передают вибрационными характеристиками (частота и амплитуда) или перемещениями индикатора.

3.9 **символы** (symbols): Буквы, цифры или графические изображения (рисунки) или их комбинация, используемые для представления на дисплее или как средство идентификации самого дисплея.

3.10 **восприятие** (perception): Психофизиологический процесс центральной нервной системы человека, результатом которого являются знания об окружающей среде. Восприятие является динамическим процессом и не сводится к определению параметров, вызвавших сигнал. В результате полученная информация может быть неполной, неопределенной или некорректной. Знание может быть основано на одном или нескольких следующих уровнях восприятия: обнаружение, идентификация и интерпретация. Обнаружение – процесс восприятия, с помощью которого оператор фиксирует наличие сигнала. Идентификация — процесс восприятия, с помощью которого обнаруженный сигнал может быть распознан среди других сигналов. Интерпретация — комбинация процессов восприятия и познания, с помощью которых оператор осознает содержание и значимость идентифицированных сигналов.

4 Видеодисплеи

Видеодисплеи используют для различных способов передачи оператору больших объемов визуальной информации.

4.1 Требования к обнаружению сигнала на видеодисплее

4.1.1 Расположение дисплея

Физиологические и функциональные требования оператора и наличие линий визирования, используемых во время выполнения производственного задания, определяют место расположения видеодисплея относительно оператора. Размер поля зрения оператора ограничен, что, в свою очередь, ограничивает размеры дисплея , с которым оператор должен взаимодействовать при выполнении производственного задания.

Существуют два типа задач визуального наблюдения: обнаружение и мониторинг. Задача обнаружения предполагает, что оператор должен быть о чем-то предупрежден системой, а задача мониторинга предполагает, что оператор должен систематически отслеживать получаемую информацию.

Выделяют три зоны поля зрения оператора по критерию уменьшающейся эффективности визуального распознавания как для задач обнаружения, так и для задач мониторинга: рекомендуемая, допустимая и несоответствующая (см. таблицу 1). Центральные линии рекомендуемой и допустимой визуальных зон лежат в средней плоскости и соответствуют линии визирования, как показано на рисунках 1 и 2. При выполнении задачи обнаружения линия визирования связана с главным центром внимания. Для выполнения задачи мониторинга дисплей может быть установлен в соответствии с линией визирования, которая проходит под углом к горизонтали и ниже горизонтали, что, как известно, более удобно для оператора.

[1)] В настоящем стандарте к усилиям отнесены также устройства отображения (индикации, воспроизведения) информации (сигнала) (*Прим. — пер.*).

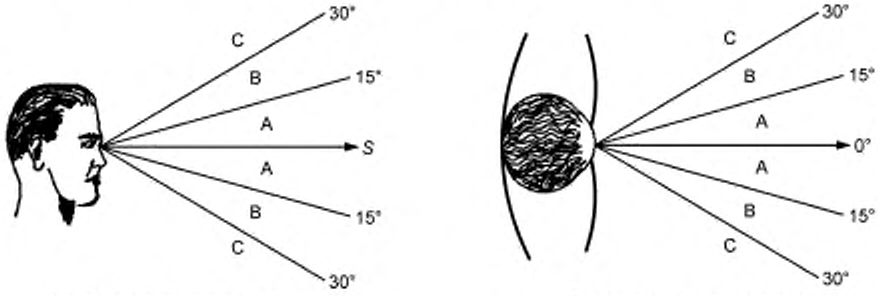
Таблица 1 — Зоны эффективности визуального распознавания

Зоны	Применяемость
A: Рекомендуемая	Применяется всегда, когда это возможно
B: Допустимая	Применяется тогда, когда невозможно использовать зону «рекомендуемая»
C: Несоответствующая	Эта зона не должна использоваться

Углы, представленные на рисунках 1 и 2, соответствуют общим эргономическим рекомендациям; предполагается, что оператор имеет нормальное зрение и способен сохранить ненапряженную устойчивую позу (предпочтительно в положении сидя) достаточно близко к дисплею.

Видеодисплеи не должны быть размещены так, чтобы линия визирования оператора находилась вне рекомендуемой и допустимой зон, за исключением случаев, когда пользователю предоставлены соответствующие вспомогательные средства. Например, использованы дополнительные акустические индикаторы или другие устройства, которые не требуют больших изменений позы оператора. В любом случае несоответствующая зона может быть использована только для дисплеев, информация на которых не влияет на безопасность.

В случае, когда для работы дисплеев важна способность оператора различать цвета, пределы допустимой зоны должны быть сужены, поскольку для цветовосприятия размеры центрального поля зрения меньше по сравнению с полем, установленным для белого света.

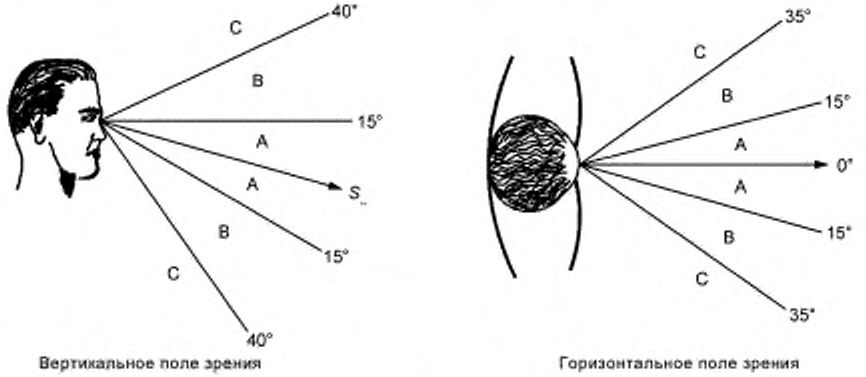


Вертикальное поле зрения при выполнении обнаружения

Горизонтальное поле зрения при выполнении обнаружения

S — линия визирования, направление которой зависит от требований производственного задания

Рисунок 1 — Зоны эффективности распознавания сигнала в задаче обнаружения



Вертикальное поле зрения при выполнении мониторинга

Горизонтальное поле зрения при выполнении мониторинга

S_N — нормальная линия визирования, направление которой должно лежать внутри угла от 15° до 30° ниже горизонтали.

Рисунок 2 — Зоны эффективности распознавания сигнала в задаче мониторинга

4.1.2 Взаимодействие оператора с дисплеем

Имеется два типа взаимодействий оператора с дисплеем. При взаимодействии первого типа оператор самостоятельно определяет местоположение дисплея и наблюдает представленную на нем информацию. При взаимодействии второго типа внимание оператора привлекает дисплей (например, дисплей высвечивает предупреждение или производит звуковой сигнал) или несколько дисплеев и индикаторов (например, комбинация видеодисплеев и акустических индикаторов); или специфическое состояние системы, требующее привлечения внимания к дисплею.

При любой взаимосвязи у наиболее часто используемого и/или у самого значимого дисплея должен быть самый высокий приоритет в расположении, т.е. он должен быть расположен непосредственно в области естественной линии визирования оператора (зона А). Дисплеи с более низким приоритетом могут быть расположены на границе области нормального зрительного восприятия оператора (зона В или даже зона С в случае необходимости).

При разработке системы должна быть достигнута наибольшая степень привлечения внимания оператора при появлении сигналов опасности и предупредительных сигналов. Так как система нормального зрительного восприятия человека чувствительна к изменениям в окружающей среде, разработчик может использовать, например, мигающий экран с необходимыми символами для подачи оператору сигнала опасности, поскольку мигание дисплея оператор обычно быстро замечает. Необходимо отметить, что состояние экрана должно быть согласовано с требованием достаточно низкой яркости сигнала, чтобы избежать создания в глазах оператора послеобразов. В качестве альтернативы может быть полезно совмещение акустического индикатора с непрерывно слабо светящимся видеодисплеем.

4.1.3 Факторы окружающей среды

Наиболее важными факторами окружающей среды являются освещенность и вибрация. При разработке дисплея особое внимание должно быть уделено компенсации возможных неблагоприятных воздействий, связанных с указанными факторами.

На рабочих местах с пассивными (несветоизлучающими) дисплеями освещенность должна быть не менее 200 лк. Там, где такую освещенность обеспечить невозможно, должны быть приняты компенсирующие меры, например укрупнение символов выводимой информации, обеспечение локального освещения или автоподсветки (светоизлучающие дисплеи). Темные участки с высокой контрастностью или отражением нарушают восприятие и должны быть исключены. Комнатное освещение, которое может вызвать отражения в дисплее, должно быть установлено под другим углом с учетом типичных направлений просмотра. К компенсирующим мерам относится также изменение наклона дисплея и/или применение светонеотражающих поверхностей. Должны быть выбраны источники освещения, которые обеспечивают выделение цветовых элементов отображения на окружающем фоне.

На процесс считывания информации может оказывать влияние непрерывная или пиковая вибрация дисплеев, самого оператора или и то и другое. Низкая частота (от 1 до 3 Гц) вертикальной вибрации цифровых дисплеев приводит к большим ошибкам считывания, прямо пропорциональным ускорению при ускорениях свыше 5 м/с^2.

Ошибки считывания увеличиваются при увеличении частоты вибрации от 3 до 20 Гц. Когда операторы и дисплеи подвергаются синхронным вертикальным колебаниям в наименьшей степени, процесс считывания информации подвержен воздействию вибраций на частотах ниже 3 Гц. Процесс считывания информации существенно ухудшается на высоких частотах.

Полигармоническая вибрация вдоль одной оси также может вызвать ухудшение считывания информации. Сложение вибрации по двум осям может привести к вращательному движению изображения. Ошибки считывания и время считывания в этом случае возрастают с увеличением частоты вибрации.

Компенсирующие меры:

a) высокая яркость сигнала дисплея для повышения контрастности выше обычного уровня;

b) увеличение толщины штриха в изображении букв в направлении вибрации на 5 % — 7 % от высоты букв;

c) синхронность колебаний дисплея и оператора.

4.1.4 Условия, облегчающие обнаружение сигнала

Должен быть обеспечен свободный обзор всех дисплеев для всех допустимых рабочих поз и антропометрических характеристик всех представителей совокупности пользователей.

Более высокую идентификацию обеспечивает представление информации в черно-белом изображении. Однако в случае высокой плотности символов цветовая окраска может быть также полезна при обнаружении заданной информации. Если связанные дисплеи объединены общим цветом, это может усилить их связь в восприятии оператора и способствовать лучшему обнаружению. См. также МЭК 61310-1 и МЭК 61310-2.

4.2 Требования к распознаванию сигнала с видеодисплея

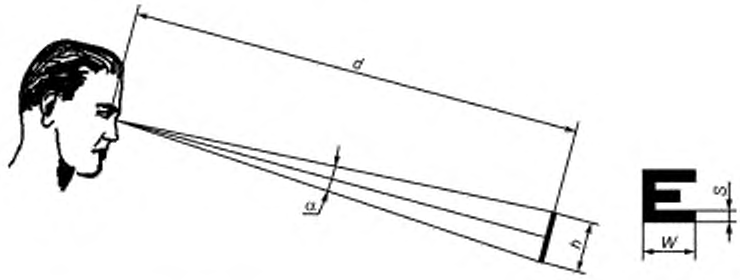
Качество изображения на дисплее должно быть высоким при всех нормальных и аварийных условиях наблюдения. Контрастность должна быть настолько высокой, насколько это целесообразно. Различимость между дисплеями (или компонентами дисплеев) должна быть максимизирована. Для этого рекомендуется использовать различимые формы, цвета, метки и любые другие средства, способствующие различению дисплеев.

Контраст символов, букв, цифр, указателей, линий с их фоном, а также и с окружающей средой должен быть достаточным для обеспечения необходимого уровня четкости и различимости, которые должны быть согласованы со скоростью восприятия и точностью, требуемой для выполнения производственного задания. В случае светоизлучающих (активных) дисплеев для выполнения этого требования (контрастности изображения) коэффициент контрастности (отношение яркости сигнала к яркости фона) должен быть не менее 3:1; рекомендуемое значение — 6:1. Покрытие светоизлучающего дисплея должно быть таким, чтобы отражение от источников света было мало (т.е. коэффициент контрастности для отраженного света и освещенности окружающей среды должен быть настолько низким, насколько это возможно). В противном случае информация с экрана дисплея может оказаться трудночитаемой или нечитаемой вообще.

4.2.1 Применяемые символы

Для букв и цифр следует использовать простые и, желательно, стандартные начертания. Очень важно обеспечить различимость букв, символов и цифр (например, буква **B** должна быть различима с цифрой **8** или цифра **6** различима с цифрой **5** и т.д., см. приложение А). Таким образом, семисегментное представление символов (на светодиодных индикаторах или жидкокристаллических дисплеях) допустимо только в том случае, когда их использование ограничено представлением только цифр. В зависимости от преобладающих условий восприятия могут быть допустимы точечные матрицы растровых букв 5×7 и 7×9, но более предпочтительны матрицы большего размера. Графические символы должны иметь простую форму, быть легко узнаваемы и интерпретируемы всеми пользователями.

На рисунке 3 приведены основные размеры знаков и их пропорции. Необходимо отметить, что дальность наблюдения d только один из многих важных показателей, определяющих размеры знаков. Размер знаков зависит от уровня освещенности, контрастности знаков и фона, общей четкости знаков.



d — дальность наблюдения (расстояние от глаз до знака); α — угловой размер знака; h — высота знака; W — ширина знака; S — толщина штриха в знаке

Рисунок 3 — Определение размера знаков

Рекомендуемая высота знака h установлена при условии, что α находится в пределах от 18′ до 22′. Если α лежит в пределах от 15′ до 18′, высота знака все еще является допустимой. Высота знака при α меньше 15′ не является приемлемой. Рекомендуемая высота знаков может быть рассчитана на основе:

- рекомендуемого диапазона ширины знаков W, составляющей от 60 % до 80 % высоты знаков. Только в случае, когда поверхность дисплея имеет кривизну или угол наблюдения отличен от нуля, следует использовать ширину знаков в диапазоне от 80 % до 100 % высоты знаков. Ширина знаков менее 50 % их высоты не является приемлемой;

- применяемых диапазонов толщины штриха в знаках (S на рисунке 3), приведенных в таблице 2.

Рекомендуемый интервал между символами должен составлять от 20 % до 50 % ширины знаков, а интервал между словами от 100 % до 150 % ширины знаков.

Таблица 2 — Толщина штриха в знаках

Тип дисплея	Толщина штриха в процентах от высоты знака		Уровень пригодности
	Позитивное изображение[1]	Негативное изображение[2]	
Активный дисплей	$17 \le \tau \le 20$	$8 \le \tau < 12$	рекомендуемый
	$14 \le \tau < 17$	$6 \le \tau < 8$ $12 \le \tau \le 14$	допустимый
	$12 \le \tau < 14$	$5 \le \tau < 6$ $14 \le \tau \le 15$	условно допустимый[3]
Пассивный дисплей	$16 \le \tau \le 17$	$12 \le \tau \le 14$	рекомендуемый
	$12 \le \tau < 16$	$8 \le \tau < 12$ $14 \le \tau \le 16$	допустимый
	$10 \le \tau < 12$ $17 \le \tau \le 20$	$16 \le \tau \le 18$	условно допустимый[3]

[1] Позитивное изображение: темные буквы на светлом фоне.
[2] Негативное изображение: светлые буквы на темном фоне.
[3] Наиболее благоприятные для восприятия изображения.
Обозначение — τ — толщина штриха в знаке.

4.2.2 Цифровые дисплеи

Форма и размеры цифр, и уровень их контраста с фоном должны соответствовать вышеприведенным рекомендациям. Если цифровой дисплей является механическим (цифры напечатаны по периметру вращающихся дисков), цифры должны быть полностью видны в окне дисплея и должны быть исключены все неясности (например, из-за быстрого срабатывания) при вращении диска.

Так как цифровые дисплеи занимают мало места, более предпочтительным и полезным является использование больших цифр. Когда на дисплее должно быть отображено много цифр, ошибки считывания могут быть минимизированы с помощью группирования цифр в блоки. Рекомендуется объединять в блоки три или две цифры, но только в том случае, если представление информации на дисплее не допускает группировку в блок с большим количеством цифр.

4.2.3 Аналоговые дисплеи

Отметки на индикаторе (например, стрелка или указатель уровня жидкости) должны быть видны всегда, даже если они выходят за пределы шкалы. Рекомендуется применение дисплеев с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой. На рисунке 4 представлены рекомендуемые направления перемещения стрелок для индикации уменьшения и увеличения значений контролируемой величины.

Нулевая отметка должна быть расположена так, чтобы увеличение соответствовало движению стрелки слева направо (или по часовой стрелке) или движению указателя вверх, а уменьшение соответствовало бы движению стрелки справа налево (или против часовой стрелки) или движению указателя вниз.

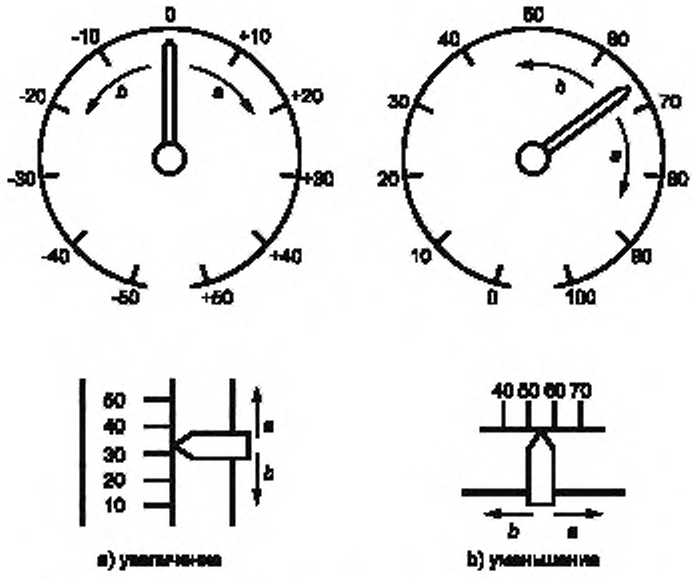


Рисунок 4 — Возможные направления перемещения указателя

4.2.4 Выбор шкалы аналогового дисплея

Для достижения хорошего восприятия и уменьшения количества ошибок считывания необходимо учитывать такие факторы, как размер шкалы, ее разметку, обозначения (размеры рисок на шкале) и конструкцию указателя.

Размеры элементов шкалы должны соответствовать ее удаленности и освещенности. В таблице 3 приведены рекомендации по выбору размера шкалы для различной освещенности при расстоянии от оператора 700 мм. Для других расстояний при расчете параметров шкалы следует применять формулу

$$x = d \tan \frac{\alpha}{60},$$

где x — обозначения для размеров штриха от A до G в соответствии с таблицей 3, мм;

d — расстояние от шкалы до глаз оператора, мм;

α — угол зрения в угловых минутах.

Примечание — Для облегчения вычислений можно использовать приближенную формулу

$$x = d \frac{L}{700}.$$

Здесь L выбирают из ряда от A до G в соответствии с таблицей 3, и расстояние наблюдения равно 700 мм.

Таблица 3 — Размеры градуировочных штрихов на измерительной шкале для высокой/нормальной и низкой освещенности и расстояния считывания, равного 700 мм

Обозначения, использованные на рисунке 5а	Параметры штрихов	Высокая/нормальная освещенность		Низкая освещенность < 100 лк	
		Угловая минута	мм	Угловая минута	мм
A	Ширина основного штриха шкалы	1,5	0,3	4,5	0,9
B	Ширина среднего штриха шкалы	1,5	0,3	3,5	0,7
C	Ширина мелкого штриха шкалы	1,5	0,3	3	0,3

Окончание таблицы 3

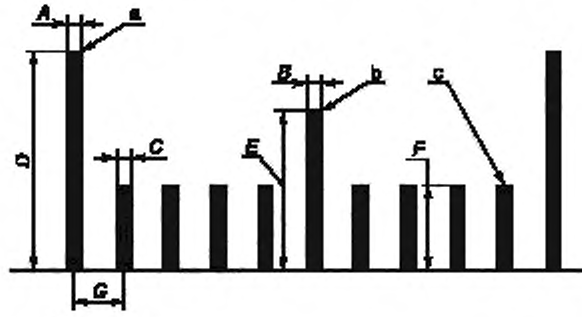
Обозначения, использованные на рисунке 5а	Параметры штрихов	Высокая/нормальная освещенность		Низкая освещенность < 100 лк	
		Угловая минута	мм	Угловая минута	мм
D	Высота основного штриха шкалы	24	4,9	24	4,9
E	Высота среднего штриха шкалы	18	3,7	18	3,7
F	Высота мелкого штриха шкалы	12	2,4	12	2,4
G	Минимальное расстояние между смежными штрихами шкалы. - нет промежуточных штрихов (делений шкалы) или два деления;	4	0,8	6	1,2
	- пять промежуточных штрихов	12	2,4	12	2,4

Деление шкалы является важным средством улучшения идентификации измеряемых значений. Деления должны соответствовать требуемой точности измерений и точности датчика. Не должно быть больше трех уровней деления шкалы (основная, средняя и мелкая). Не должно быть больше четырех средних штрихов шкалы (т.е. больше пяти делений шкалы) между двумя основными штрихами и не должно быть больше четырех мелких штрихов (т.е. больше пяти делений) между двумя средними штрихами. Значения измерительных интервалов между двумя мелкими штрихами могут быть 1, 2, 5 или эти же значения с десятичным множителем. Различные способы деления шкалы отличаются по идентифицируемости. На рисунке 5b приведено несколько примеров деления шкалы.

Деления на шкале должны быть расположены так, чтобы применение интерполяции при определении значений величины не требовалось. Если необходимо применение интерполяции, то заданная точность не должна быть выше, чем одна пятая минимального интервала. В случае необходимости интервалы должны быть увеличены.

Форма и размер цифр, используемых для маркировки шкалы, должны соответствовать рекомендациям пункта 4.2.1. Используемые знаки должны быть расположены вертикально во всех позициях шкалы и должны быть расположены на участке шкалы, который не закрывает стрелка/указатель в любом положении. Знаки должны быть расположены на шкале напротив штриха. Между двумя штрихами, обозначенными цифрами, не должно быть больше девяти немаркированных штрихов.

Стрелка или указатель по мере приближения к вершине должны постепенно сужаться и не должны выходить за пределы основного штриха шкалы. Чтобы избежать ошибок из-за явления параллакса, середина круглой шкалы должна быть утоплена. Параллаксы должны быть минимизированы для обеспечения правильного считывания показаний, даже при неидеальном угле наблюдения.



a) основное деление шкалы;

b) среднее деление шкалы;

c) мелкое деление шкалы.

Пояснения к обозначениям штрихов от A до G приведены в таблице 3

Рисунок 5а — Обозначения рисок измерительных шкал

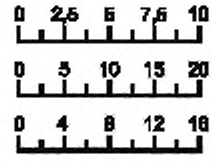
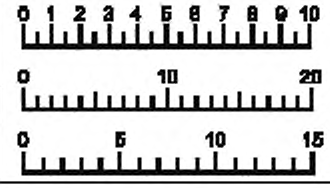
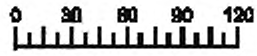
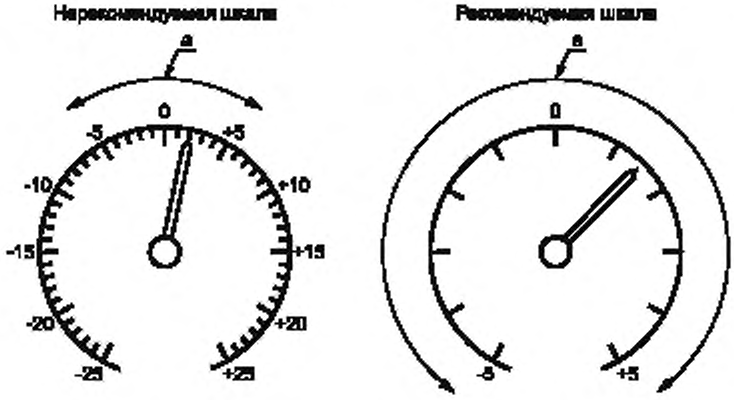
	Недопустимый вариант	Рекомендуемый вариант
Линейная шкала		
Угловая шкала		

Рисунок 5b — Примеры деления шкалы и маркировки

Диапазон шкалы дисплея должен соответствовать диапазону измеряемых значений. Например, если диапазон измеряемых значений представляет собой интервал от –5 до + 5, то масштаб шкалы справа на рисунке 6 более удобен для измерений, чем масштаб шкалы слева.



а) зона шкалы, используемая для измерений

Рисунок 6 — Правильное и некорректное использование шкалы

4.2.5 Выбор дисплея

Выбор дисплея зависит от его использования и особенностей выполняемого задания. При использовании дисплея обычно выполняют три основных вида наблюдений и часто — почти одновременно:

a) считывание измеренного значения;

b) контрольное считывание (с индикаторов);

c) мониторинг измеряемых значений.

Считывание измеренного значения (количественное наблюдение) является задачей восприятия, при решении которой производится индикация значения измеряемой величины и фиксация этого значения (регистрация, запись). Предполагается, что частота индикации должна быть достаточно низкой, чтобы обеспечить требуемую точность наблюдений. Отображаемые на дисплее числа не должны меняться чаще, чем два раза в секунду.

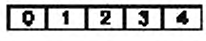
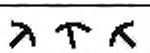
Контрольное считывание является задачей индикации, при которой за короткое время проверяют соответствие зафиксированного значения заранее установленному на индикаторе значению или его нахождение внутри поля допуска.

При мониторинге изменений измеряемых значений наблюдатель отмечает направление и скорость изменения измеряемых значений. Этот тип наблюдений характерен для задач управления.

Не все типы дисплеев одинаково удобны для упомянутых выше видов задач восприятия. Таблица 4 объединяет рекомендации относительно выбора типа дисплея для различных видов задач восприятия. По ним могут быть выбраны типы дисплеев, минимизирующие ошибки восприятия и способствующие быстрой идентификации и принятию правильного решения в задачах восприятия.

Выбор горизонтальной или вертикальной линейной шкалы зависит от вида управляющего движения, которое влияет на процесс считывания информации с дисплеев. Например, если переменной является высота, рекомендуется использовать вертикальную шкалу. Если управляющие движения выполняют в горизонтальной плоскости, необходимо использовать горизонтальную шкалу. Если управляющие движения выполняют в вертикальной плоскости (вверх и вниз), необходимо использовать вертикальную шкалу.

Таблица 4 — Пригодность видеодисплеев для различных задач восприятия

Тип устройства	Задача восприятия			
	Считывание измеренного значения	Контрольное считывание	Мониторинг	Комбинация задач восприятия
Цифровой дисплей 	Рекомендуется	Недопустимо	Недопустимо	Недопустимо
Аналоговый дисплей	Допустимо	Рекомендуется	Рекомендуется	Рекомендуется
 Шкала 360° 270° 180°				
 Шкала 90°	Допустимо	Рекомендуется	Допустимо	Допустимо
 Горизонтальная линейная шкала  Вертикальная линейная шкала	Допустимо	Допустимо	Допустимо	Допустимо

4.2.6 Группировка дисплеев

Чтобы сделать обнаружение отклонений от нормального состояния наиболее простым, дисплеи должны быть размещены так, чтобы в нормальном состоянии положение угловых указателей было у всех дисплеев одинаковым (см. рисунок 7a). Аналоговые дисплеи рекомендуется использовать для совместной индикации и считывания нескольких близких по виду показателей (см. рисунок 7b).

Если производственные операции осуществляются в определенной последовательности, то в этом случае считывать информацию с дисплеев необходимо в том же порядке. Если дисплеи связаны с пронумерованными объектами, то дисплеи должны быть размещены в том же самом порядке и просматриваться слева направо или от вершины к основанию индикаторной панели.

Если несколько дисплеев находятся очень близко друг от друга (например, на индикаторной панели), разработчик должен исключить возможность путаницы между ними, например, с помощью цветовых отметок пространственного расположения (т.е. группировкой) или другими средствами.

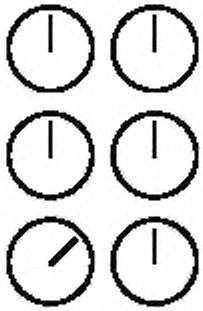


Рисунок 7a — Одинаковое расположение указателей в однородной группе дисплеев, улучшающее обнаружение отклонений



Рисунок 7b — Аналоговый дисплей особенно удобен для объединения нескольких однотипных шкал при одновременном считывании показаний с последующей реакцией. В качестве примера приведен индикатор самолета, одновременно указывающий отклонения от горизонтальной и вертикальной глиссады

4.3 Требования к представлению информации на дисплеях

Интерпретация данных наблюдений, отображенных на дисплее, зависит от цели наблюдений и особенностей выполняемой задачи. Люди могут интерпретировать информацию с дисплея по-разному в зависимости от выполняемого задания, причин их обращения к дисплею (например, идентификации аварийного или нормального состояния), опыта и навыков. Очень трудно разрабатывать дисплеи без детального знания условий их работы. Анализ производственного задания может дать информацию, требуемую для разработки конструкции дисплея. Поэтому разработку дисплея всегда следует проводить, по возможности, на основе анализа производственного задания.

Важно, чтобы конструктор обеспечил оператору любыми из нижеследующих способов быструю, устойчивую и правильную интерпретацию информации с дисплея:

a) на экран дисплея должен выводиться самый простой сигнал, обеспечивающий принятие оператором правильного решения (например, дисплеи с двумя состояниями, такими как ВКЛЮЧЕНО/ВЫКЛЮЧЕНО);

b) по возможности следует выбирать дисплей с двумя состояниями, который отображает простую качественную информацию, достаточную для принятия решений (например, ПУСТОЙ/НИЗКИЙ/НОРМАЛЬНЫЙ/ВЫСОКИЙ/ЗАПОЛНЕННЫЙ);

c) в тех случаях, когда указанной в перечислениях a) и b) настоящего списка информации недостаточно, следует использовать дисплей, отображающий количественные данные (например, температуру в градусах, давление в паскалях);

d) при выборе дисплея в соответствии с перечислением c) количество делений шкалы дисплея должно быть, по возможности, минимальным в пределах, необходимых для обеспечения эффективного управления;

e) при выборе дисплея в соответствии с перечислением c) для идентификации критических показаний следует применять окраску шкал, механические отметки начала отсчета или передвижные флажки. Например, следует использовать указатели верхней и нижней границ диапазона шкалы, соответствующие нормальному функционированию;

f) дисплеи, связанные функционально или техническим процессом, должны быть сгруппированы (см. 4.2.6).

5 Дисплеи со звуковым сигналом (акустические индикаторы)

Сигналы, воспроизводимые акустическими индикаторами, основаны на изменении интенсивности, частоты, продолжительности, тембра или длины пауз между звуками. В ситуациях, связанных с безопасностью или выполнением срочных производственных заданий, одновременное использование ви-

зуальных дисплеев и акустических индикаторов может быть предпочтительным по сравнению с использованием каждого типа по отдельности. После обнаружения сигнала оператор должен иметь возможность выключить акустический индикатор, в то время как видеодисплей (с сообщением) должен продолжать работать.

Акустический индикатор может передавать информацию даже в ситуации, когда оператор занят другим производственным заданием. Акустические индикаторы должны быть использованы в следующих ситуациях: когда зрительное восприятие оператора уже полностью занято, а передаваемая информация требует немедленного реагирования; когда сообщение простое и короткое или когда оператор должен перемещаться по рабочей зоне. Акустические индикаторы не должны отвлекать операторов, работающих рядом. Для проверки соответствия акустических индикаторов этому требованию они должны быть протестированы в реальных рабочих условиях.

Использование слишком большого количества акустических индикаторов неэффективно, поскольку может привести к ошибкам оператора. Количество акустических индикаторов, различаемых оператором, зависит от условий на каждом рабочем месте, а также от квалификации и опыта оператора. Эти факторы должны быть учтены при выборе количества акустических индикаторов. При необходимости использования большого количества акустических индикаторов необходимо рассмотреть возможность использования системы голосовой сигнализации.

5.1 Требования к обнаружению сигнала

Основным фактором, воздействующим на способность к обнаружению, является изменение окружающего звукового фона. Следовательно, короткие повторяющиеся звуковые сигналы (например, двухтональные сигналы) могут быть легко обнаружены даже при высоком шумовом фоне окружающей среды.

Следующим важным фактором, воздействующим на обнаружение, является соотношение сигнал—шум. Это соотношение определяют как отношение уровня звукового давления сигнала к уровню фонового шума окружающей среды (включая разговоры). Акустические индикаторы, используемые для подачи сигнала тревоги, должны соответствовать ИСО 7731. В других случаях рекомендуется применять индикаторы с уровнем звукового давления выше уровня фонового шума не менее чем на 5 дБ, но не более чем на 10 дБ.

Однако необходимо учитывать не только соотношение сигнал—шум. Чувствительность человеческого слуха связана с частотой сигнала, слух наиболее чувствителен к сигналам в диапазоне от 500 до 3000 Гц. Следовательно, доминирующая частота акустического индикатора должна находиться в пределах указанного диапазона и отличаться от всех доминирующих частот шума. Если оператор должен улавливать сигнал на некотором расстоянии, рекомендуется применять сигналы из диапазона от 500 до 1000 Гц.

5.2 Требования к распознаванию сигнала

Для обеспечения правильной идентификации сигналы акустического индикатора должны существенно отличаться от всех других звуков окружающей среды. Идентификация зависит, главным образом, от изменений окружающей звуковой обстановки, которые вызывает акустический индикатор, создавая повышенный уровень звукового давления своего сигнала относительно уровня звукового фона (включая речь и шум других акустических индикаторов). Это достигается с помощью изменений амплитуды и/или частоты в соответствии с особенностями акустического индикатора и его размещением, учитывающим акустические характеристики среды. Кроме того, для улучшения идентификации могут быть использованы тембр, повторяемость, ритм и мелодия.

Важным фактором, воздействующим на идентификацию, является скорость распознавания. Время восприятия зависит от структуры и других характеристик звукового сигнала, а также от тренированности и информированности оператора. Срочность информации может быть выражена, например, более высокой частотой и/или более высоким темпом подачи сигнала. Скорость восприятия сигнала должна обеспечивать соответствие приоритетности акустического индикатора.

5.3 Требования к интерпретации сигнала

Звуковой диапазон акустических индикаторов чрезвычайно широк. Поэтому необходимо сократить до минимума количество акустических индикаторов, сигналы которых должен интерпретировать оператор. Индикаторы, пугающие оператора или вызывающие у него тревожное состояние, должны применяться только для подачи сигнала высокой степени опасности или чрезвычайной аварийной ситуации.

Акустические индикаторы наиболее эффективны для предоставления оператору информации, требующей немедленного реагирования (например, сигнала тревоги), или простой информации (например, одного или двух состояний объекта, таких как ВКЛЮЧЕНО/ВЫКЛЮЧЕНО; ВЫСОКО/НИЗКО и т.д.), или информации о явлениях, происходящих в установленное время (например, сигнала, привлекающего внимание оператора в момент начала и/или окончания процесса), или информации об изменении состояния системы (например, для привлечения внимания оператора к другому видеодисплею). Везде, где это возможно, работа акустических индикаторов должна быть ограничена указанными функциями.

В целях обеспечения простоты интерпретации сигнала акустического индикатора может быть использован речевой сигнал. При использовании такой системы разработчик должен проанализировать количество необходимых автоматических повторений сообщения и предусмотреть возможность его отключения или повторения сообщения при необходимости.

6 Тактильные дисплеи (индикаторы)

Тактильные индикаторы используют для передачи информации об изменении поверхности объекта, ее рельефа или контура объекта, которого касается (обычно руками и пальцами) оператор. Тактильные индикаторы не следует использовать для передачи основной информации. Их рекомендуется применять в случаях, когда другие типы устройств индикации непригодны или если их используют как замену канала связи для людей с ограниченными возможностями (например, использование тактильного дисплея для слепых).

Тактильные индикаторы обычно используют в качестве дополнения других устройств индикации. Например, если механизмы управления (ручки, рычаги, рукоятки) могут быть распознаны тактильно, визуальная система оператора может быть использована для решения других задач восприятия. Если использование зрения затруднено (например, в работах, связанных с погружением в воду), может быть полезно передавать некоторые виды информации тактильно, например через вибрацию (колебания) механизма управления (ручки, рычага, рукоятки), соответствующую состоянию управляемого объекта.

6.1 Требования к тактильным индикаторам

Руки наиболее чувствительны к тактильной информации и, следовательно, в большинстве случаев тактильный индикатор должен быть разработан для контакта с руками и должен быть расположен в зоне досягаемости оператора. У таких индикаторов не должно быть никаких острых кромок или углов. Если оператор должен носить перчатки, что снижает чувствительность к тактильному восприятию, это должно быть учтено при разработке индикатора.

6.2 Требования к идентификации информации

Тактильные индикаторы должны быть использованы только в тех случаях, когда оператор должен определять состояние системы (например, в случае тактильного определения расположения). Если оператор должен одновременно различать несколько сигналов, тактильные индикаторы не должны быть использованы. У тактильно распознаваемых механизмов управления или объектов должны быть простые, легко различимые геометрические формы (примеры приведены на рисунке 8), особенно в случае, когда механизмы управления или объекты сгруппированы.

6.3 Требования к интерпретации информации

В некоторых ситуациях информативность индикатора может быть повышена с помощью тактильного кодирования. Такое кодирование должно соответствовать функции кодируемого механизма управления или объекта и быть на него похожим. Например, в случае управления закрылками самолета механизм управления обычно имеет форму, напоминающую форму закрылка. В индикаторах, передающих информацию уровнем тактильного сигнала (например, уровнем вибрации, передаваемой на руку оператора), следует учитывать тот факт, что диапазон чувствительности к уровню тактильного сигнала является узким.

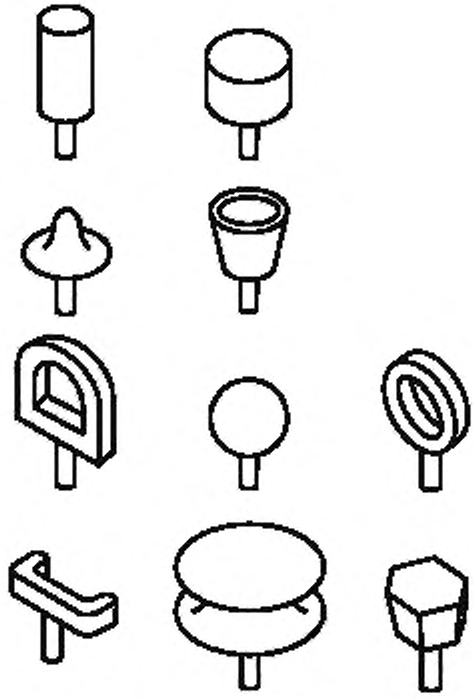


Рисунок 8 — Примеры осязательно различимых форм

Приложение А
(справочное)

Форма цифр

Любое отклонение от арабских цифр приводит к ухудшению четкости восприятия. Арабские цифры должны существенно отличаться одна от другой по начертанию. Они должны иметь между собой как можно меньше общего. Свободное пространство вокруг цифр должно быть как можно больше. Хорошую идентификацию арабских цифр обеспечивает форма, приведенная на рисунке А.1.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Рисунок А.1

Правила, использованные при разработке формы этих цифр, приведены ниже:

1 Нет черточки в верхней части для отличия от цифры 7

2 Плавная наклонная линия для отличия от цифры 7

3 Закругленная верхняя часть для отличия от цифр 5 и 7, закругленная нижняя часть для отличия от цифр 5 и 9, чистое поле слева для отличия от цифры 8

4 Чистое поле сверху для отличия от цифры 6

5 Верхний штрих перпендикулярен к вертикальной линии, нижняя часть заканчивается косо или горизонтально для отличия от цифр 3 и 9

6 Открытый верх для отличия от цифры 8, закругленная нижняя часть для отличия от цифры 4 и перевернутой цифры 9

7 Прямая верхняя линия для отличия от цифры 2, маленький вертикальный штрих на внешнем левом конце горизонтальной линии, если не применяется горизонтальный средний штрих

8 Состоит не из двух окружностей, а из линий, расходящихся из центра под углом около 90°для отличия от цифр 0, 6 и 9

9 Прямая или изогнутая верхняя линия для отличия от цифр 3, 5 и от перевернутой цифры 6

0 Овал или эллипс

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 7731:2003	IDT	ГОСТ Р ИСО 7731—2007 Эргономика. Сигналы опасности для административных и рабочих помещений. Звуковые сигналы опасности
МЭК 61310-1:2007	—	*
МЭК 61310-2:2007	—	*

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

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

IDT — идентичные стандарты.

Библиография

EN 292-1, Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology
EN 614-1, Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles
EN ISO 9241, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)

УДК 331.433:006.354 ОКС 13.180 Э65

Ключевые слова: эргономика, дисплей, звуковой индикатор, тактильный индикатор, механизм управления, восприятие, обнаружение, распознавание, интерпретация

Редактор *И.В. Меньших*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 16.04.2010. Подписано в печать 13.05.2010. Формат 60x84 $^1/_8$. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,00. Тираж 104 экз. Зак. 397.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6