МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ ГОСТ ЕН 894-2-2002

Безопасность машин

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 2. Средства отображения информации

Бяспека машын

ЭРГАНАМІЧНЫЯ ПАТРАБАВАННІ ПА КАНСТРУЯВАННЮ СРОДКАЎ АДЛЮСТРОЎВАННЯ ІНФАРМАЦЫІ І ОРГАНАЎ КІРАВАННЯ

Частка 2. Сродкі адлюстроўвання інфармацыі

(EN 894-2:1997, IDT)

Издание официальное

БЗ 6-2002/БЗ 6-2003

Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации

Минск

gost.e-ecolog.ru

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ (ЕАСС)

EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION (EASC)



МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ЕН 894-2-2002

Бяспека машын

ЭРГАНАМІЧНЫЯ ПАТРАБАВАННІ ПА КАНСТРУЯВАННЮ СРОДКАЎ АДЛЮСТРОЎВАННЯ ІНФАРМАЦЫІ І ОРГАНАЎ КІРАВАННЯ

Частка 2. Сродкі адлюстроўвання інфармацыі

Безопасность машин

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 2. Средства отображения информации

EN 894-2:1997

Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators – Part 2: Displays (IDT)

Издание официальное

Минск
Госстандарт Республики Беларусь
2004

Предисловие

Евразийский Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0-92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2-97 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила, рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены».

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ОАО «ЭНИМС») и научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации (БелГИСС)»

2 ВНЕСЕН Госстандартом России

3 ПРИНЯТ Евразийским Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 22 от 6 ноября 2002 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азгосстандарт
Армения	AM	Армгосстандарт
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдовастандарт
Российская Федерация	RU	Госстандарт России
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркменистан	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Украина	UA	Госстандарт Украины

4 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту ЕН 894-2:1997 «Безопасность машин. Эргономические требования по конструированию средств отображения информации и органов управления. Часть 2. Средства отображения информации» (EN 894-2:1997 «Safety of machinery – Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators – Part 2: Displays»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных (региональных) стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении С.

5 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 9 декабря 2003 г. № 49 непосредственно в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1 января 2005 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Республики Беларусь без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Содержание

Введение IV
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 1
4 Оптические индикаторы 2
4.1 Требования к различимости оптических индикаторов 2
4.1.1 Расположение индикаторов 2
4.1.2 Функциональные взаимодействия оператора с индикаторами 3
4.1.3 Факторы окружающей среды 4
4.1.4 Другие условия, облегчающие обнаружение сигнала 4
4.2 Требования к идентификации оптических индикаторов 4
4.2.1 Символы индикаторов 4
4.2.2 Цифровые индикаторы 6
4.2.3 Аналоговые индикаторы 6
4.2.4 Выбор шкал для аналоговых индикаторов 6
4.2.5 Выбор индикаторов для различных задач 8
4.2.6 Группировка индикаторов 9
4.3 Требования к интерпретации оптических индикаторов 10
5 Акустические индикаторы 10
5.1 Требования по обнаружению акустических индикаторов 11
5.2 Требования по идентификации акустических индикаторов 11
5.3 Требования по интерпретации акустических индикаторов 11
6 Тактильные индикаторы 11
6.1 Требования по обнаружению тактильных индикаторов 12
6.2 Требования по идентификации тактильных индикаторов 12
6.3 Требования по интерпретации тактильных индикаторов 12
Приложение А Формы цифр 13
Приложение В Связь настоящего стандарта с Директивами по машиностроению 14
Приложение С Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным (региональным) стандартам 15

Введение

Настоящий стандарт разработан как гармонизированный с основными требованиями безопасности Директив ЕС по машиностроению.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Безопасность машин

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Ч а с т ь 2. Средства отображения информации

Safety of machinery. Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators. Part 2. Displays

Дата введения 2005-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит требования по конструированию и расположению средств отображения информации (далее — индикаторов) и их использованию, позволяющему исключить возможные опасности, связанные с эргономикой.

В настоящем стандарте даны эргономические требования и рассмотрены оптические, акустические и тактильные индикаторы.

Настоящий стандарт распространяется на устройства с индикаторами на машинах (например приборы и установки, инструментальные панели, стойки управления и контроля) для промышленных и частных задач. Особые эргономические требования по применению приборов с экранами для работы в офисах рассмотрены в ЕН ИСО 9241.

2 Нормативные ссылки

Настоящий стандарт содержит требования из других публикаций посредством датированных и недатированных ссылок, приведенных в соответствующих местах в тексте, перечень публикаций приведен ниже. При датированных ссылках на публикации последующие изменения или последующие редакции этих публикаций действительны для настоящего стандарта только в том случае, если они введены в действие путем изменения или путем подготовки новой редакции. При недатированных ссылках на публикации действительно последнее издание приведенной публикации.

ЕН 292-1 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика

ЕН 292-2 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования

ЕН 457 Общие требования. Звуковые сигналы опасности. Общие требования, разработка и испытание (ИСО 7731)

ЕН 614-1 Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы

ЕН ИСО 9241 Эргономические требования для работы в офисе с устройствами отображения информации

ЕН 61310-1 Безопасность машин. Индикация, маркировка и запуск. Часть 1. Требования к визуальным, слуховым и осязательным сигналам (IEC 1310-1)

ЕН 61310-2 Безопасность машин. Индикация, маркировка и запуск. Часть 2. Требования к маркировке (IEC 1310-2)

3 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

оператор: По ЕН 292-1;

производственное задание: Деятельность или деятельности, которая требует достижения намеченного результата в производственной системе (ЕН 614-1);

средства производства: Машины, инструмент, транспортные средства, приборы, мебель, устройства и другие объекты, используемые в производственной системе;

Издание официальное

сигнал: Возбуждение, возникающее при определенном состоянии или смене состояний средств производства и воздействующее на органы чувств оператора — зрительные сигналы (от оптических индикаторов), акустические сигналы (от акустических индикаторов) или сигналы, воспринимаемые кожей (тактильные индикаторы);

установка с индикаторами: Установка для представления информации, с помощью которой сообщаются видимые, слышимые или ощущаемые состояния объектов;

цифровые индикаторы: Индикаторы, представляющие информацию в цифровой форме;

буквенно-цифровые индикаторы: Индикаторы, представляющие информацию в буквенно-цифровом виде;

аналоговые индикаторы: Индикаторы, на которых изображено состояние в виде функции длины, угла или другого параметра. У оптических индикаторов информация может быть представлена в виде функции движения стрелки, длины бруса или сравнимых величин. В акустических указателях информация может быть функцией высоты тона или громкости звука. В тактильных индикаторах может быть представлена информация как функция колебаний установки с индикаторами (частота и амплитуда) или изменения ее положения;

символы: Буквы, цифры, изображения в виде картинок или их комбинация, которые используются для обозначений на шкале индикатора или как средство идентификации самих индикаторов;

восприятие: Процесс, протекающий в центральной нервной системе, результатом которого являются сведения об окружающей среде.

Восприятие является динамическим процессом, который зависит не только от свойств сигнала, поэтому возможна неполнота, ненадежность и искажение информации.

Информация может получаться из одного или нескольких этапов восприятия: обнаружения, идентификации и интерпретация;

обнаружение: Процесс восприятия, при котором оператор осознает только наличие сигнала;

идентификация: Процесс, который отличает обнаруженный сигнал от других сигналов;

интерпретация: Комбинация процессов восприятия и познания, в результате чего выясняется содержание и значение сигнала.

4 Оптические индикаторы

Оптические индикаторы могут применяться для передачи оператору большой информации с разных направлений.

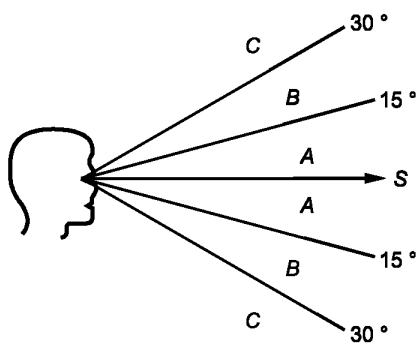
4.1 Требования к различимости оптических индикаторов

4.1.1 Расположение индикаторов

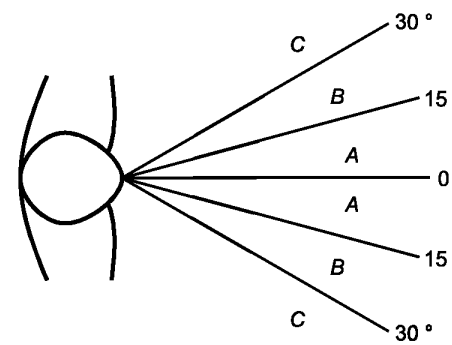
Расположение оптических индикаторов определяется физиологическими и функциональными свойствами оператора и необходимостью в беспрепятственном обзоре. В связи с тем, что поле зрения оператора ограничено, число одновременно наблюдаемых индикаторов тоже может быть ограничено.

Следует различать два вида оптических задач: обнаружения (рисунок 1) и наблюдения (рисунок 2). При обнаружении система предупреждает оператора, при наблюдении оператор активно ищет информацию.

a) Вертикальное поле зрения



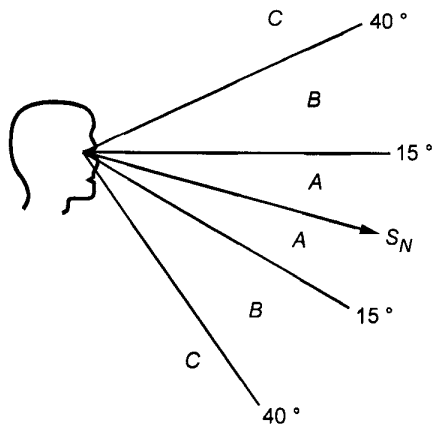
b) Горизонтальное поле зрения



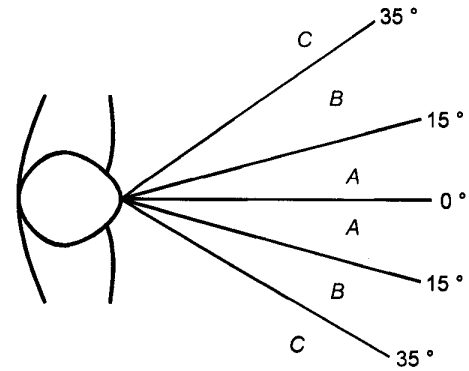
S — ось зрения: направление указано для восприятия производственных сигналов

Рисунок 1 — Задача обнаружения сигнала

a) Вертикальное поле зрения



b) Горизонтальное поле зрения



S_N — ось зрения с полем зрения от 15° до 35° по горизонтали

Рисунок 2 — Задача наблюдения сигнала

Таблица 1 — Области пригодности сигнала

Область пригодности	Применение
A — рекомендуется	Диапазон следует применять, где это возможно
B — пригодно	Диапазон допускается применять, если рекомендуемый диапазон не может быть применен
C — непригодно	Диапазон применять не следует

Для узнавания оптического сигнала при решении задач обнаружения и контроля обозначены три области пригодности в порядке убывающей эффективности: «рекомендуется», «пригодно», «непригодно». Линии раздела для областей «рекомендуется» и «пригодно» расположены в медиальной плоскости оператора и соответствуют направлению взгляда, как представлено на рисунках 1 и 2. При решении задач обнаружения направление взгляда зависит от центра внимательности. Для выполнения задач контроля индикаторы должны располагаться вдоль линии зрения ниже горизонтали, если известно, что это удобнее для оператора. Углы *A, B* и *C*, указанные на рисунках, дают общие рекомендации по эргономике. Предполагается, что оператор имеет нормальное зрение и может занимать напряженное и стабильное положение (предпочтительно сидячее) вблизи индикаторов.

Оптические индикаторы должны соответствовать областям пригодности «рекомендуется» и «пригодно», если конструктором не предусматриваются компенсаторные вспомогательные меры. Ими могут быть дополнительные индикаторы или другие приспособления, которые не требуют большого изменения положения корпуса оператора. Область «непригодно» должна применяться только для индикаторов, не вызывающих сомнения в надежности производственных сигналов.

Если для правильного пользования индикаторами имеет значение способность оператора к различению цветов, то применение области «пригодно» должно быть уменьшено, т. к. центральное поле зрения, где воспринимаются краски, меньше, чем поле зрения, где воспринимается белый цвет.

4.1.2 Функциональные взаимодействия оператора с индикаторами

В общем случае различаются два типа этих взаимодействий. При одном типе оператор находит и наблюдает индикаторы. При другом типе внимательность потребителя возбуждается сигналом индикатора (например предупредительное мигание или нормализованная тональность) или оператора предупреждают сигналы от одного или многих индикаторов (например комбинация оптических и акустических индикаторов), или потребитель предупреждается, что по состоянию системы он должен повторить проверку индикаторов.

В обоих типах функциональных взаимодействий наиболее часто используемые и/или важнейшие индикаторы должны непременно находиться в области естественной линии взгляда оператора

(область *A*). Индикаторы менее важной информации должны размещаться в направлении внешних полей зрения (область *B* или, при необходимости, область *C*).

Конструкция должна предусматривать условия для повышения эффективности в достижении внимательности к индикаторам тревоги или предупреждающим индикаторам. Поскольку система зрительного восприятия человека чувствительна к изменениям в видимом окружении, конструктор может, например, для предупреждения пользователя применить индикаторы с мигающим светом, так как их меняющееся состояние будет сразу зафиксировано. Мигающий свет должен иметь небольшую яркость, чтобы исключить репродуцирование в глазах оператора. Предпочтительно в качестве альтернативы совместить акустический индикатор с оптическим индикатором постоянного свечения с малой силой света.

4.1.3 Факторы окружающей среды

Важнейшими факторами окружающей среды являются освещение и вибрация. При применении указателей особое значение следует придавать компенсации возможных отрицательных последствий. Освещенность мест с пассивными (не имеющими собственного освещения) индикаторами должна быть не менее 200 лк. Там, где это невозможно, должны быть приняты компенсирующие меры, как например увеличение сообщаемой информации, местное освещение или активное освещение (индикаторы с собственным освещением). Тени с резкими контрастами или отражения мешают восприятию и должны быть исключены. Поэтому осветители в помещениях, которые могут вызвать отражения от индикаторов, должны быть снабжены козырьками. В качестве компенсирующих мер допускается использовать поверхности индикаторов, не дающие отражение, и индикаторы, расположенные под углом. Источники света должны обеспечивать отличие цветных элементов индикаторов от заднего плана.

На производительность считывания могут влиять постоянные или ударные вибрации, которые могут влиять на индикаторы, на оператора или на обоих. В цифровых индикаторах вертикальные вибрации с низкой частотой (от 1 до 3 Гц) приводят к большим ошибкам отсчета, которые, начиная от ускорений более 5 м/с^2, растут прямо пропорционально росту ускорений.

При частотах от 3 до 20 Гц ошибки отсчета увеличиваются. Если оператор и индикаторы подвергаются синфазной вертикальной вибрации, то при частотах ниже 3 Гц это мало влияет на ошибки отсчета, а при больших частотах ошибки заметно возрастают.

При частотах от 3 до 20 Гц и ускорениях свыше 5 м/с^2 ошибки уменьшаются, и существует линейная зависимость между этими параметрами. Многократные синусоидальные вибрации вдоль одной оси вследствие появляющегося явления интерференции могут вызвать ошибки отсчета. Вибрация по двум осям может привести к вращательному движению. Ошибки отсчета и время отсчета увеличиваются с ростом частоты.

Компенсирующие меры:

a) высокая освещенность индикаторов, чтобы увеличить контраст по отношению к нормальному уровню;

b) ширина штриха на индикаторе в направлении вибрации должна составлять от 5 до 7 % его высоты;

c) синхронность частоты вибрации индикатора и оператора.

4.1.4 Другие условия, облегчающие обнаружение сигнала

Должен быть обеспечен свободный обзор индикаторов во всех рабочих положениях и для всех антропометрических характеристик потребителей. Для лучшего узнавания предпочтительно черно-белое изображение. При большой плотности знаков или, если оператор ищет определенную информацию, могут помочь цветные индикаторы. Обрамление определенным цветом взаимно связанных индикаторов проясняет связь между ними (ЕН 61310-1 и ЕН 61310-2).

4.2 Требования к идентификации оптических индикаторов

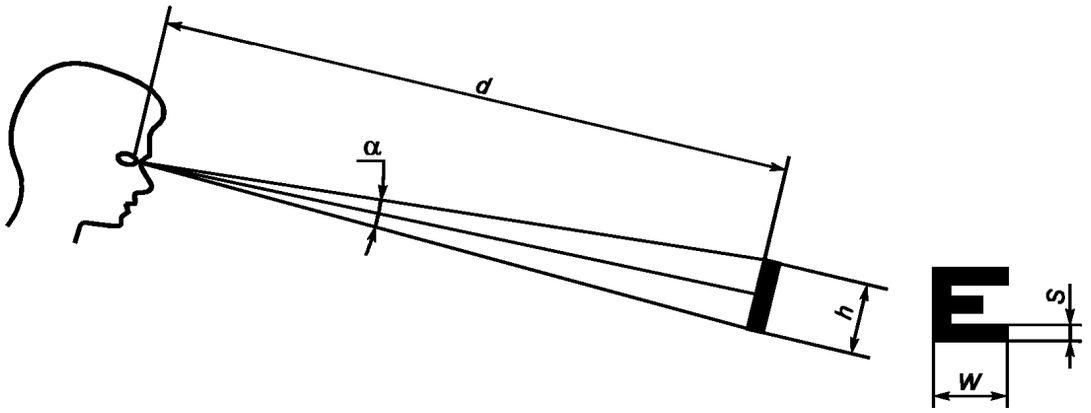
Во всех нормальных и опасных ситуациях должно быть обеспечено качество изображений на индикаторах: контраст должен быть по возможности большим и возможность ошибки в выборе индикатора (или его частей) должна быть уменьшена путем применения различных цветов и шрифтов или с помощью других мер.

Контраст между знаками, буквами, цифрами, стрелками, линиями и задним фоном, и ближайшим окружением должен обеспечивать считываемость и различимость. Должны быть учтены скорость и точность восприятия, требуемые производственным заданием. Согласно требованиям для светящихся (активных) индикаторов соотношение контрастов должно быть минимум 3:1. Рекомендуется соотношение 6:1. Стеклянное покрытие светящихся индикаторов не должно так сильно отражать свет других источников, чтобы выключенный индикатор выглядел как включенный и усложнялся отсчет (это значит, что отношение контрастов отраженного света и общего освещения должно быть по возможности минимальным).

4.2.1 Символы индикаторов

Для букв и цифр рекомендуются простые и преимущественно известные формы. Решающим является исключение возможности перепутать отдельные обозначения (например В и 8, 6 и 5, см. приложение А). Поэтому семисегментные индикаторы пригодны только для случая цифрового изображения информации. По условиям восприятия пригодны 5 × 7 и 7 × 9 точечные растры, причем предпочтительнее более крупные растры. Пиктограммы должны иметь простую форму и легко идентифицироваться и интерпретироваться потребителем.

На рисунке 3 даны основные сведения о размерах знаков и пропорциях. Следует иметь в виду, что расстояние между глазом и знаком *d* является только одним из решающих факторов, определяющих размеры знака. На выбор размеров знаков влияют совместно освещение и контрастность между знаком и задним планом и читаемость знака.



d — расстояние между глазом и знаком; α — угол зрения знака . . .′; *h* — высота знака; *w* — ширина знака; *s* — толщина линий знака

Рисунок 3 — Определение размеров знаков

Рекомендуемые высоты знаков *h* обеспечиваются при угле α, равном 18′—22′; допустимые высоты знаков обеспечиваются при угле 15′—18′. Высота знака при угле α менее 15′ недопустима.

Рекомендуемые размеры знаков могут быть рассчитаны приблизительно:

- рекомендуемый диапазон ширины знака *w* составляет от 60 до 80 % высоты знака. Если поверхность индикатора закруглена и угол зрения не является прямоугольным, то ширина знака должна составлять 80—100 % его высоты. Ширина знака менее 50 % его высоты недопустима;
- приемлемые диапазоны толщины линии знака *s* приведены в таблице 2;

Т а б л и ц а 2 — Пригодность толщины линий, составляющих знак

Тип указателя	Толщина линий в процентах от высоты знака		Степень пригодности
	Позитивное изображение[1)]	Негативное изображение[2)]	
Активные индикаторы	От 17 до 20	От 8 до 12	Рекомендуется
	От 14 до < 17	От 6 до < 8; > 12 до 14	Пригодно
	От 12 до < 14	От 5 до < 6; > 14 до 15	Условно пригодно[3)]
Пассивные индикаторы	От 16 до 17	От 12 до 14	Рекомендуется
	От 12 до < 16	От 8 до < 12; > 14 до 16	Пригодно[3)]
	От 10 до < 12; > 17 до 20	> 16 до 18	Условно пригодно[3)]

[1)] Позитивное изображение: темные знаки на светлом заднем плане.
[2)] Негативное изображение: светлые знаки на темном заднем плане.
[3)] При особо благоприятных условиях для обзора.

- рекомендуемое расстояние между буквами от 20 до 50 % ширины знака, а между словами от 1 до 1,5 ширины знака.

4.2.2 Цифровые индикаторы

Оформление цифр и их контраст с задним планом должны соответствовать следующим рекомендациям. В механических цифровых индикаторах (цифры нанесены по периметру вращающихся шкал) рекомендуется, чтобы цифры были полностью, а не частично видны в прорезях при вращении шкал (например при холостых движениях).

Цифровые индикаторы малогабаритны и имеют большую емкость цифр, поэтому применение их предпочтительнее. При большом количестве цифр ошибки отсчета могут быть уменьшены путем объединения цифр в маленькие группы. Группа должна содержать две или три цифры, т. к. большее их число в группе не облегчает интерпретацию индикатора.

4.2.3 Аналоговые индикаторы

Отметки на индикаторах (например стрелка, указатель уровня жидкости) должны быть всегда видны и в тех случаях, когда они выходят за пределы шкалы. Рекомендуется применение индикаторов с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой. На рисунке 4 представлены рекомендуемые направления движения стрелок индикаторов для уменьшающихся и увеличивающихся значений. Нулевое значение должно быть расположено так, чтобы увеличение вызывало движение по часовой стрелке или вверх, а уменьшение вызывало движение против часовой стрелки или вниз.

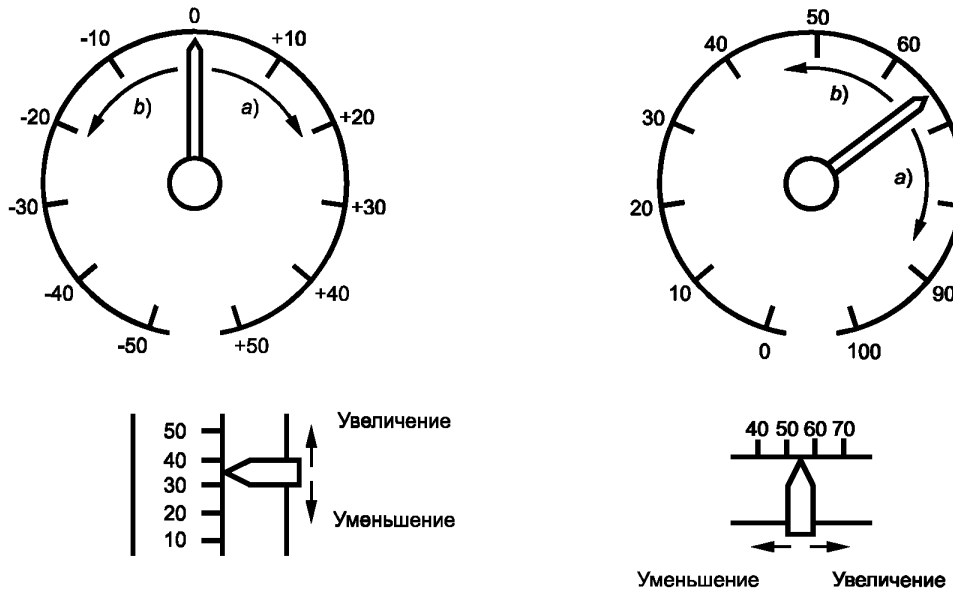
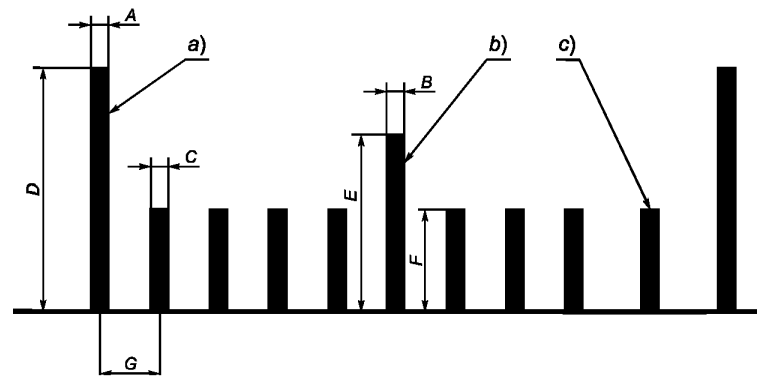


Рисунок 4 — Направления движения стрелок

4.2.4 Выбор шкал для аналоговых индикаторов

Для получения хорошего восприятия и уменьшения ошибок отсчета, нужно принимать во внимание размеры шкал, разметку, оцифровку и конструкцию отметчиков. Размеры элементов шкалы должны зависеть от ее удаленности и освещения. В таблице 3 даны рекомендации по размерам элементов шкалы для разной освещенности при типовом расстоянии до индикатора 700 мм.



a) длинный штрих; b) средний штрих; c) короткий штрих.

Размеры делений от A—G указаны в таблице 3

Рисунок 5 — Обозначение штрихов

Таблица 3 — Размеры линий отметки на шкале при большой и малой освещенности при расстоянии до объекта 700 мм

Обозначение по рисунку 5	Большая / нормальная освещенность		Малая освещенность, < 100 лк	
	Угловые минуты	мм	Угловые минуты	мм
Ширина длинной линии *A*	1,5	0,3	4,5	0,9
Ширина средней линии *B*	1,5	0,3	3,5	0,7
Ширина короткой линии *C*	1,5	0,3	3	0,3
Высота длинной линии *D*	24	4,9	24	4,9
Высота средней линии *E*	18	3,7	18	3,7
Высота короткой линии	12	2,4	12	2,4
Минимальное расстояние между соседними линиями *G*:				
- нет деления или деление пополам;	4	0,8	6	1,2
- деление на пять	12	2,4	12	2,4

Для других расстояний размеры рассчитывают по формуле

$$x = d \operatorname{tg} \frac{\alpha}{60}, \qquad (1)$$

где x — размеры от A до G по таблице 3, мм;
d — расстояние между шкалой и глазом, мм;
α — угол зрения, . . .′.

Примечание — Для приблизительных расчетов x можно определить как

$$d \times \frac{L}{700}, \qquad (2)$$

где L определяется выбором соответствующих значений от A до G по таблице 3, а расстояние до объекта равно 700 мм.

Деление шкалы является важным средством улучшения идентификации значений шкалы. Деления должны соответствовать требуемой точности измерений и точности передачи информации. Трехступенчатое деление больше не должно применяться (длинные, средние и короткие линии). Между двумя длинными линиями нельзя размещать более четырех средних линий (т. е. пяти промежутков) и более четырех коротких линий (т. е. пяти промежутков) между двумя средними линиями. Кратность между двумя короткими линиями может быть 1, 2, 5, 10. Возможность идентификации при различных способах деления не всегда удовлетворительна. На рисунке 6 даны примеры правильного деления шкал.

Типы шкал	Степень пригодности	
	Непригодно	Пригодно
Линейные	0 2,5 5 7,5 10 0 5 10 15 20 0 4 8 12 16	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0 10 20 0 5 10 15
Только угловые	0 30 60 90 120	0 30 60 90 120

Рисунок 6 — Примеры деления шкал и оцифровки

Не должно быть интерполяции шкалы между двумя короткими линиями. Если она все-таки необходима, то требуемая точность не должна быть более одной пятой интервала и интервалы должны быть увеличены.

Форма и размер цифр должны соответствовать 4.2.1. Применяемые знаки во всех положениях шкал должны занимать вертикальное положение и не должны закрываться стрелками. Знаки должны располагаться на участке шкалы, который не закрывается стрелкой.

Между двумя оцифрованными линиями должно быть не более девяти неоцифрованных.

Конец стрелки должен быть симметрично заострен и должен доходить только до основания линии. Для исключения ошибок параллакса середина круглой шкалы должна быть утоплена. Параллаксы должны быть минимизированны, чтобы обеспечить правильное считывание даже при не идеальном угле зрения.

Диапазоны шкал должны быть выбраны таким образом, чтобы они соответствовали диапазонам измерений. Например, на рисунке 7 при диапазоне измерений от минус 5 до плюс 5, справа показана рекомендуемая шкала, а слева — непригодная.

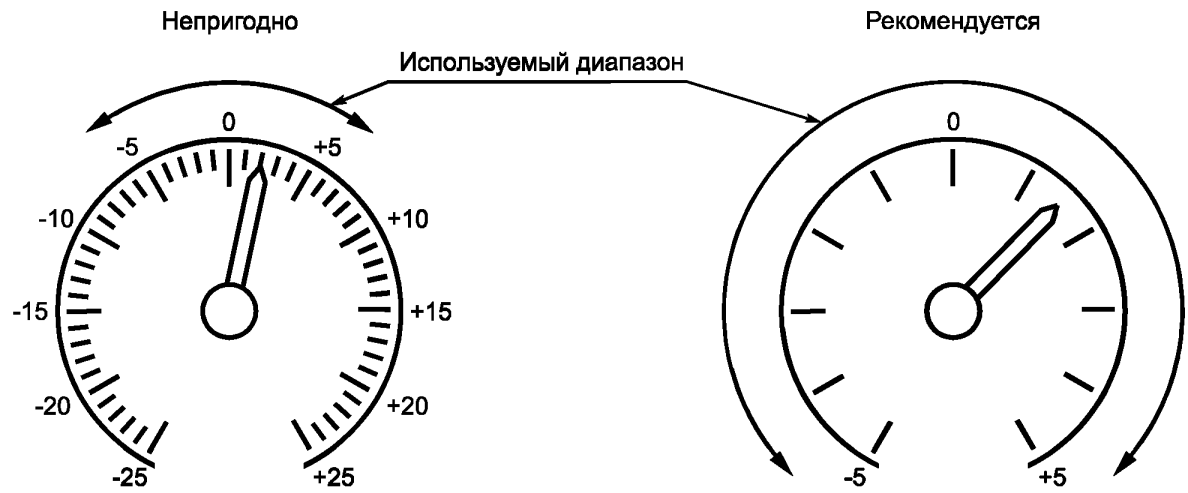


Рисунок 7 — Правильное и неправильное применение шкал

4.2.5 Выбор индикаторов для различных задач

Выбор индикаторов зависит от их применения, особенно в части главной задачи. При пользовании индикатором допускается проводить три вида наблюдений, которые часто требуются одновременно:

a) считывание измеряемого значения;

b) контрольное считывание;

c) наблюдение за колебаниями измеряемой величины.

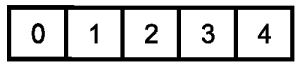
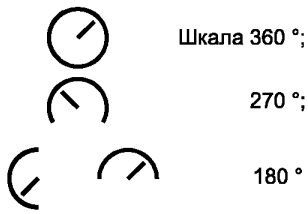
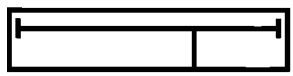
Считывание измеряемого значения (количественное наблюдение) является задачей восприятия, при котором понимается показанное значение. При этом предполагается, что скорость изменения значения достаточно мала, чтобы считывание было точным. В дискретных индикаторах цифры не должны меняться более двух раз в секунду.

Контрольное считывание является задачей, при которой за короткое время проверяется, соответствует ли показанное значение заранее установленному или находится ли значение внутри поля допуска.

При наблюдении за колебаниями измеряемого значения определяется направление и скорость изменения значения. Этот вид наблюдения является типичным для задачи управления.

Не все индикаторы пригодны для решения всех упомянутых задач восприятия. В таблице 4 даны рекомендации по применению индикаторов для различных задач восприятия. С ее помощью можно выбрать индикаторы, минимизирующие ошибки восприятия и обеспечивающие быструю идентификацию, что облегчает правильное решение задачи восприятия.

Таблица 4 — Пригодность оптических индикаторов для различных задач восприятия

Тип индикатора	Задача восприятия			
	Отсчет измеряемой величины	Контрольное считывание	Наблюдение за колебаниями измеряемой величины	Комбинация задач восприятия
Цифровые индикаторы 	Рекомендуется	Не подходит	Не подходит	Не подходит
Аналоговые индикаторы 	Подходит	Рекомендуется	Рекомендуется	Рекомендуется
 Шкала 90 °	Подходит	Рекомендуется	Подходит	Подходит
 Горизонтальная шкала  Вертикальная шкала	Подходит	Подходит	Подходит	Подходит

Выбор горизонтальных или вертикальных линейных шкал определяется совместимостью с видом управляющего движения, изменяющего измеряемые величины. Если, например, измеряемой величиной является уровень, то рекомендуется вертикальная шкала. Если управление движением осуществляется в горизонтальной плоскости (влево и вправо), то должна применяться горизонтальная шкала. Если управление движением осуществляется в вертикальной плоскости (вверх и вниз), то должна применяться вертикальная шкала.

4.2.6 Группировка индикаторов

Для того, чтобы по возможности упростить обнаружение аномальных состояний, индикаторы должны быть расположены так, чтобы в нормальном состоянии все стрелки имели одинаковое угловое положение (рисунок 8). Рекомендуется применять интегрированные аналоговые индикаторы (рисунок 9). Аналоговые индикаторы особенно пригодны для объединения различных шкал для одновременного считывания показаний и повышения реакции.

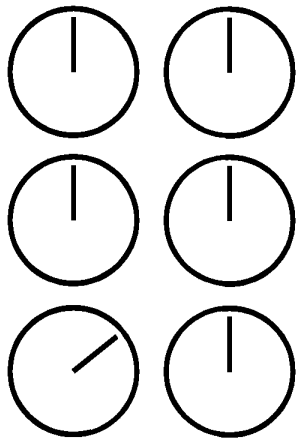


Рисунок 8 — Группировка стрелочных индикаторов для повышения реакции обнаружения отклонений

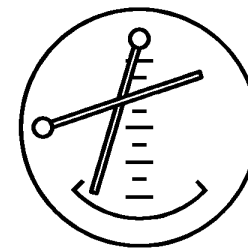


Рисунок 9 — Индикатор самолета, указывающий отклонение от горизонтального и вертикального курса

При необходимости считывания показаний в заданной последовательности или, если индикаторы связаны с пронумерованными машинами, они должны располагаться в том же порядке, слева направо и сверху вниз на приборном щите.

При плотном расположении индикаторов (например на приборном щите) конструктор должен исключать возможность путаницы, например, с помощью цветных отметок, расположения (например группировки) и других мер.

4.3 Требования к интерпретации оптических индикаторов

Интерпретация определенного наблюдения определяется как функция наблюдения в контексте задачи. Люди могут интерпретировать информацию от индикаторов различным образом в зависимости от выполняемой задачи, намерения при считывании показаний (например в опасных ситуациях или при нормальной работе), опыта и тренировки. Очень трудно разрабатывать индикаторы без детальных знаний условий их работы. Анализ задачи может дать требуемые данные и индикаторы должны разрабатываться на основе этого анализа.

Важно, чтобы конструктор обеспечил оператору быструю, надежную и правильную интерпретацию индикаторов с помощью одного или всех следующих мероприятий:

a) сигнал должен быть простейшим, чтобы обеспечить правильное решение оператора (например индикаторы с двумя состояниями ВКЛЮЧЕНО/ВЫКЛЮЧЕНО);

b) по возможности выбирать индикаторы с двумя состояниями, которые дают простейшую качественную информацию (например ПУСТО/НИЗКО/НОРМАЛЬНО/ВЫСОКО/ПОЛНО);

c) в случае, если указанная в перечислениях a) или b) информация не достаточна, должны быть выбраны индикаторы, выдающие количественную информацию (например температуру в градусах Цельсия, давление в паскалях);

d) при выборе методики согласно перечислению c) число делений на шкале должно быть по возможности минимальным, но в пределах необходимого для обеспечения эффективного управления;

e) при выборе методики согласно перечислению c) для идентификации критических показаний следует применять окраску шкал, механические отметки. Например для того, чтобы отметить нормальные производственные границы, должны применяться отметки нижней и верхней границ;

f) для подчеркивания взаимодействия индикаторы, связанные функционально или в ходе процесса, должны быть сгруппированы (4.2.6).

5 Акустические индикаторы

Действия акустических индикаторов могут быть основаны на звуке, частоте, продолжительности, чередовании интервалов звука и пауз. Для безопасных или требующих действий решений предпочтительно одновременное использование оптических и акустических индикаторов. Оператор должен иметь возможность после обнаружения информации выключить акустический сигнал, в то время как оптический индикатор (с сообщением) остается.

Акустические индикаторы позволяют оператору получать информацию, когда он занят выполнением других задач. Акустические индикаторы должны применяться в тех случаях, когда оператор

визуально нагружен или если представленная информация требует немедленных действий, когда выдается простое и короткое сообщение, или если оператору приходится двигаться на рабочем месте.

Чтобы не отвлекать работающих вблизи, акустические индикаторы должны создавать минимум помех на других рабочих местах. Для того, чтобы установить соответствие акустических индикаторов этим требованиям, они должны быть испытаны в реальных условиях работы.

Нецелесообразно использовать много акустических индикаторов, т. к. может произойти путаница. Число акустических индикаторов, которые могут быть неправильно интерпретированы, зависит от условий на рабочем месте и от образования и опыта оператора. Эти факторы должны быть учтены, когда определяется число акустических индикаторов. При необходимости большого числа акустических индикаторов следует рассмотреть возможность применения упреждающего устройства с речевой информацией.

5.1 Требования по обнаружению акустических индикаторов

Важнейшим фактором для обнаружения является изменение окружающих звуков, на которое реагирует внимание оператора. Поэтому короткие повторяющиеся звуки (как у индикаторов двух тонов) являются хорошими предупреждающими сигналами, могут быть услышаны на фоне высокого уровня шума.

Отношение сигнал — помеха является следующим важным фактором, влияющим на обнаружение. Отношением сигнал — помеха является отношение между уровнем звука индикатора около уха оператора и уровнем звука в окружении (включая разговор). При использовании акустических индикаторов для сигналов тревоги нужно учитывать требования ЕН 457. При других применениях рекомендуется отношение сигнал — помеха не менее 5 дБ, но не более 10 дБ.

Отношение сигнал — помеха не является единственным фактором. Чувствительность человеческого слуха зависит от частоты и имеет наибольшее значение в диапазоне от 500 до 3000 Гц. Поэтому доминирующие частоты индикаторов должны находиться внутри этого диапазона и отличаться от частот других шумов. Если надо услышать на определенном расстоянии, то рекомендуется сигнал в диапазоне частот от 500 до 1000 Гц, если основные частоты других шумов не совпадают с этими частотами.

5.2 Требования по идентификации акустических индикаторов

Для обеспечения правильной идентификации сигналы акустических индикаторов должны легко отличаться от окружающих шумов. Идентификация зависит, главным образом, от изменения звуковой среды, вызванной акустическим индикатором, уровня звукового давления индикатора по сравнению с фоном (включая разговор и другие акустические индикаторы), частотного спектра индикатора (включая разговор и другие акустические индикаторы), изменения силы звука и/или высоты звука (индивидуальное свойство индикатора) и размещения индикатора с учетом акустических свойств окружающей среды. В качестве вспомогательных средств для идентификации допускается применять звон, повторение, ритм и мелодию.

Следующим фактором, влияющим на идентификацию, является правильное восприятие. Степень правильности восприятия зависит от структуры и других особенностей принятого сигнала, навыков оператора и характера информации. Улучшение восприятия может быть, например, достигнуто увеличением частоты и/или более быстрым следованием сигнала. Индикатор, обеспечивающий правильное восприятие, должен иметь приоритет.

5.3 Требования по интерпретации акустических индикаторов

Звуковой диапазон акустических индикаторов очень велик. Следовательно, нужно ограничить до минимума число индикаторов, которые должен интерпретировать оператор. Индикаторы, которые пугают оператора или вызывают тревожное состояние, должны применяться только для сигналов особой опасности.

Акустические индикаторы очень эффективны для передачи информации, требующей немедленных действий оператора (например тревога), простых информаций (например указаний о двух состояниях типа ВКЛ./ВЫКЛ., ВЫСОКО/НИЗКО и т. д.), информации о временных событиях (например, чтобы обратить внимание оператора на начало и/или конец процесса) и информации об изменении состояния системы (например, чтобы обратить внимание оператора на другие индикаторы, обычно оптические). Применение акустических индикаторов должно быть, по возможности, ограничено этими функциями.

Речевая информация акустических индикаторов применяется как гибкая и легко интерпретируемая. В таких системах конструктор должен определить число автоматических повторений информации и решить вопрос о необходимости управления числом прерываний или повторений этих сообщений.

6 Тактильные индикаторы

Тактильные индикаторы используются для передачи информации о состоянии поверхностей, а также рельефа или контуров предметов, которые доступны для касания (обычно руками или

пальцами). Тактильные индикаторы не должны применяться для выдачи основной информации, за исключением случаев, когда другие виды индикаторов не годятся или они являются заменителями для людей с дефектами зрения (например при слепоте).

Тактильные индикаторы в общем случае применяются в качестве дополнения к другим типам индикаторов. Например органы управления должны иметь такую форму, чтобы они могли быть опознаны прикосновением, в то время как визуальная система используется для других задач восприятия. Если визуальное восприятие исключено (например при работах, связанных с погружением), то может оказаться необходимым передавать данные тактильным способом, например с помощью вибрации органа управления, пропорциональной скорости управляемого объекта.

6.1 Требования по обнаружению тактильных индикаторов

Особенно чувствительны к тактильным индикаторам руки. Следовательно, эти индикаторы в большинстве случаев должны быть рассчитаны на использование руками и должны находиться в диапазоне схватывания оператора. Они не должны иметь острых углов и краев. При конструировании следует учесть, что если оператор какое-то время должен работать в перчатках, то чувствительность к сигналам индикаторов сильно понижается.

6.2 Требования по идентификации тактильных индикаторов

Тактильные индикаторы должны применяться только тогда, когда оператор различает их среди других индикаторов выборочно (например при поиске органа управления, выполненного под тактильное управление).

Тактильные индикаторы не должны применяться там, где оператор должен одновременно различать эти индикаторы. Органы управления или предметы с тактильным кодированием должны иметь простые, легко различимые геометрические формы, чтобы их можно было легко отличить, если они сгруппированы (примеры на рисунке 10).



Рисунок 10 — Формы, различимые при прикосновении

6.3 Требования по интерпретации тактильных индикаторов

В отдельных ситуациях ценность информации индикатора может быть повышена путем тактильного кодирования. В этих случаях тактильное кодирование должно соответствовать функции кодируемого органа правления или объекта или быть на нее похожей. Примером является рычаг закрылка в самолетах, который обычно имеет форму закрылка. В линейных тактильных индикаторах (например, когда усилие, передаваемое на руку оператора, пропорционально вибрации функции управления) нужно, чтобы чувствительность к тактильным возбудителям менялась в узком диапазоне.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Формы цифр

Любое отступление от арабских цифр ведет к ухудшению читаемости. Различные цифры должны четко отличаться по форме. Они должны иметь возможно меньше общего. Поверхности, полностью или частично охваченные цифрами, должны быть, по возможности, большими.

Хорошая идентификация получается, если цифры имеют формы, приведенные на рисунке А.1.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Принципы, на которых основано такое изображение цифр:

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 цифр 5 и 9, чистое поле слева для отличия от цифры 8
4	Чистое поле сверху для отличия от цифры 6
5	Сверху горизонтальный 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 перевернутый 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

Рисунок А.1 — Формы цифр

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Связь настоящего стандарта с Директивами по машиностроению

Разделы настоящего стандарта соответствуют:
- основным требованиям или другим положениям Директив по машиностроению ЕС;
- Директивам по машиностроению (89/392/ЕЭС) и ее изменений (91/368/ЕЭС и 93/44/ЕЭС).

Примечание — На изделия, относящиеся к области применения настоящего стандарта, могут распространяться другие Директивы ЕС.

Приложение С
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным (региональным) стандартам

Таблица С.1

Обозначение ссылочного европейского стандарта	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ЕН 292-1:1991	ГОСТ ИСО/ТО 12100-1-2001 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика
ЕН 292-2:1991	ГОСТ ИСО/ТО 12100-2-2002 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования
ЕН 457:1992	*
ЕН 614-1:1995	*
ЕН ИСО 9241	*
ЕН 61310-1:1995	*
ЕН 61310-2:1995	*
* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его введения рекомендуется использовать данный европейский стандарт.	

УДК 621.002.6:658.382.3:006.354 МКС 13.110, 13.180 Г07 ОКСТУ 0012

Ключевые слова: эргономика, машины, индикаторы, сигналы, требования, позиция, рабочее место

16

Ответственный за выпуск *И.А. Воробей*

Сдано в набор 29.01.2004 Подписано в печать 26.04.2004 Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Печать ризографическая Усл. печ.л. 2,32 Уч.-изд. л. 1,85 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:
НПРУП "Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации (БелГИСС)"
Лицензия ЛВ № 231 от 04.03.2003, лицензия ЛП № 408 от 25.07.2000

БелГИСС, 220113, г. Минск, ул. Мележа, 3

gost.e-ecolog.ru