МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ EN 894-1— 2012

Безопасность машин

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ИНДИКАТОРОВ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 1

Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления

(EN 894-1:1997+A1:2008, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 70 «Станки»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 3 декабря 2012 г. № 54-П)

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	Азстандарт
Армения	AM	Минторгэкономразвития
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Грузия	GE	Грузстандарт
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркменистан	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2013 г. № 477-ст межгосударственный стандарт ГОСТ EN 894-1—2012 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2014 г.

5 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 894-1:1997 + A1:2008 Safety of machinery — Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators — Part 1: General principles for human interactions with displays and control actuators (Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления).

Европейский стандарт разработан CEN/TC 122 «Эргономика».

Европейский стандарт, на основе которого подготовлен настоящий стандарт, реализует существенные требования безопасности директив ЕС, приведенных в приложениях ZA, ZB.

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Госстандарте Республики Беларусь.

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты» (по состоянию на 1 января текущего года), а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном 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, 2014

В Российской Федерации 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

Введение V
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
3.1 Исполнительный механизм органа управления 1
3.2 Устройство отображения информации 2
3.3 Оператор 2
4 Общие принципы взаимодействия в системе «человек — машина» 2
4.1 Соразмерность задач 2
4.2 Способность к самопояснению 3
4.3 Управляемость 4
4.4 Предположения о соответствии требованиям 4
4.5 Нечувствительность к ошибкам 5
4.6 Приспосабливаемость и возможность изучения 5
Приложение А (справочное) Обработка информации человеком 7
Приложение ZA (справочное) Взаимосвязь европейского стандарта и основных требований Директивы 98/37/ЕС с учетом изменений, внесенных Директивой 98/79/ЕС 13
Приложение ZB (справочное) Взаимосвязь европейского стандарта и основных требований Директивы 2006/42/ЕС 14
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным европейским стандартам 15

Введение

Настоящий стандарт разработан в качестве гармонизированного стандарта, целью которого является достижение соответствия основным требованиям по безопасности директивы ЕС, касающейся машин и связанных с ней рекомендаций ассоциации ЕАСТ (Европейская ассоциация свободной торговли).

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Безопасность машин

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ИНДИКАТОРОВ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 1

Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления

Safety of machinery. Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators. Part 1. General principles for human interactions with displays and control actuators

Дата введения — 2014—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на правила оформления индикаторов и органов управления на машинах. Настоящий стандарт устанавливает общие принципы взаимодействия оператора с индикаторами и органами управления с целью снижения его ошибок до минимума и обеспечения эффективного взаимодействия между человеком и машиной. Соблюдение принципов особенно важно в тех случаях, когда ошибка оператора может привести к травмам или нарушению здоровья человека.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные стандарты. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного стандарта (включая все его изменения).

EN 614-1:2006 + A1:2008 Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1:Terminology and general principles (Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы)

EN 894-2:1997 + A1:2008 Safety of machinery — Ergonomiques requinements for the design of displays and control actuators — Part 2: Displays (Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 2. Индикаторы)

EN 894-3:2000 + A1:2008 Safety of machinery — Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators (Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления)

EN ISO 12100:2010[1)] Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction (Безопасность машин. Общие принципы конструирования. Оценка риска и снижение риска)

EN ISO 13850:2008[2)] Safety of machinery — Emergency stop — Principles for design (Безопасность машин. Аварийный останов. Принципы конструирования)

EN ISO 9241-110:2006[3)] Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Dialogue principles (Эргономика взаимодействия «человек-система». Часть 110. Принципы диалогового взаимодействия)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **исполнительный механизм органа управления** (control actuator): Часть системы приведения в действие органа управления, которая непосредственно приводится в действие оператором, например при помощи сжатия давления нажима — выбрать лучшее.

[1)] Действует взамен EN 292-1:1999 и EN 292-2:1999.

[2)] Действует взамен EN 418:1992.

[3)] Действует взамен EN ISO 9241-10:1996.

Издание официальное

3.2 **устройство отображения информации** (display):Устройство для представления информации, которую может изменять с целью создания ее видимой, слышимой или распознаваемой осязанием (тактильной).

3.3 **оператор** (operator): Лицо (или лица), выполняющее обязанности по монтажу, эксплуатации, наладке, поддержанию в исправном состоянии, обслуживанию, ремонту и транспортированию машин (EN ISO 12100).

4 Общие принципы взаимодействия в системе «человек — машина»

В настоящем стандарте системы «человек — машина» рассматриваются как замкнутые системы регулирования: машина выдает оператору информацию, он с помощью органов управления воздействует на машину, которая в свою очередь вновь выдает пользователю информацию и т. д.

Системы «человек — машина» могут состоять из любого количества блоков «человек — машина» или подсистем, в которых всегда осуществляется взаимодействие отдельных операторов с машиной или процессом. Несколько подсистем могут функционировать независимо друг от друга или находиться во взаимодействии друг с другом. При задании требований к какой-либо отдельной подсистеме «человек — машина» необходимо учитывать ее взаимодействие во всей системе.

Системы «человек — машина» могут являться частями более сложных систем.

Знание эргономических требований является базой для успешного построения конкретной системы «человек — машина». Прежде всего следует обеспечить, чтобы системы разрабатывались при тесном взаимодействии между разработчиком и операторами. Стандарт EN 614-1 определяет эргономические требования к процессу взаимодействия, которые должны учитываться при разработке машин. Эти требования позволят разработчикам учитывать общие принципы, изложенные в настоящем стандарте.

Важным, подлежащим учету фактором является степень необходимости оператора в системе для выполнения поставленной задачи. В приложении А приведены справочные данные, касающиеся способностей человека взаимодействовать с машиной. Разработчик должен проверить, соответствует ли запланированная конкретная функция в системе «человек — машина» человеческим способностям. Если это требование не выполняется, то проектировщик должен систему реорганизовать. Результатом может быть система (подсистема) без оператора.

Главный принцип построения систем «человек — машина» состоит в том, что машина и относящиеся к ней элементы (индикаторы, органы управления, надписи и т. д.) должны соответствовать оператору и поставленной задаче. Для реализации этого общего принципа машинная система должна иметь конфигурацию, учитывающую физические, психологические возможности и социальные аспекты. В следующих разделах изложены эргономические принципы, которые должны учитываться при проектировании системы «человек — машина». Содержатся также рекомендации в отношении процедур, которые могут использоваться для определения этих принципов. Следует обратить внимание, что этот обзор не является всеобъемлющим, но содержит полезные практические рекомендации, которые должны учитываться.

Стандарт EN ISO 9241-110 содержит дополнительную информацию о принципах, которые должны учитываться в программном обеспечении.

При реализации требований настоящего стандарта необходимо проверить соответствие выбранных путей решения реальным условиям (EN 614-1).

4.1 Соразмерность задач

Система «человек — машина» соответствует поставленной задаче, если она позволяет правильно и эффективно выполнять задание.

4.1.1 Принцип распределения функций

Решение о распределении функций между оператором и машиной должно приниматься с учетом заданных требований, а также способностей и возможностей оператора.

Пример применения

Обеспечить, чтобы машина не предъявляла к оператору чрезмерных требований. Например, относительно скорости и точности представленных ответов, необходимых при манипулировании органами управления реакции на незначительные изменения показаний индикаторов.

4.1.2 Принцип комплексности

Если позволяет поставленная задача, то необходимо стремиться к уменьшению сложности. Особенно должна соблюдаться комплексность при задании алгоритма, а также вида и объема информации, подлежащей переработке оператором.

Пример применения

При проектировании взаимодействия между человеком и машиной скорость и точность являются важными переменными, подлежащими учету. Должны быть определены факторы, влияющие на эти переменные.

Например, оператор при контрольном считывании информации качественно оценивает, работает ли система в допустимых пределах. Точность считывания может быть повышена, если стрелки на индикаторах расположены в порядке, позволяющем легко установить, одна или несколько стрелок отклонены от нормального положения (EN 894-2).

4.1.3 Принцип группирования

Группирование индикаторов и органов управления должно осуществляться таким образом, чтобы порядок их использования был простым.

Пример применения

Если органы управления и индикаторы приводятся в действие в определенной установленной последовательности, то в этой последовательности они и должны размещаться. Такое размещение помогает оператору легче запомнить порядок действий, сокращает время ответа и приводит к уменьшению ошибок.

Если органы управления и индикаторы используются не в определенной установленной очередности, то при группировании должно учитываться следующее:

a) обеспечение безопасной эксплуатации машины;

b) частота использования элементов при нормальной работе;

c) очередность использования элементов (например, элементы, используемые для запуска автомобиля, такие как зажигание и выключатель стартера);

d) функционально связанные друг с другом элементы (например, выключатели стеклоочистителей и стеклоомывателей автомобиля).

Названные выше аспекты не исключают друг друга, могут быть элементы с одним или несколькими аспектами.

В этом случае индикаторы и органы управления должны быть расположены таким образом, чтобы:

- важные и часто используемые элементы находились в самых легкодоступных местах;
- использующиеся друг за другом элементы были расположены вблизи друг друга;
- функционально связанные друг с другом элементы были размещены группами, визуально и пространственно выделяющимися от других элементов.

Важные индикаторы и органы управления, используемые в экстренном случае, должны быть оформлены и расположены таким образом, чтобы они могли использоваться быстро и верно. Требования к устройствам аварийного выключения приведены в EN ISO 13850.

4.1.4 Принцип отличимости

Органы управления и индикаторы должны быть легко отличимыми.

Пример применения

Таблички, условные обозначения, а также другие справочные надписи или символы на органах управления и индикаторах или вблизи них должны быть расположены таким образом, чтобы они были видны при приведении в действие соответствующих органов управления. Указанные условные обозначения следует преимущественно располагать выше или на индикаторе или органе управления.

4.1.5 Принцип функциональной взаимосвязи

Взаимосвязанные органы управления и индикаторы должны быть расположены таким образом, чтобы была различима их функциональная связь.

Пример применения

Органы управления должны быть расположены по возможности ближе к соответствующим индикаторам с тем, чтобы их взаимосвязь друг с другом была для оператора очевидна.

Направление, в котором перемещается орган управления, должно совпадать с направлением, в котором должна двигаться относящаяся к нему система и (или) индикация (EN 894-2 и EN 894-3).

При появлении в системе любой ошибки она должна быть немедленно обнаружена оператором.

4.2 Способность к самопояснению

Сопряжение между человеком и машиной должно быть самопоясняющимся, чтобы оператор мог без затруднений распознавать необходимые индикаторы и органы управления, а также понимать процесс их использования.

4.2.1 Принцип готовности информации к использованию

Информация о состоянии системы, получаемая оператором по запросу, должна быть представлена в его распоряжение без нарушения хода других процессов.

Пример применения

Система должна немедленно подтверждать оператору, что она подчиняется его действиям. Если исполнение задерживается, то оператор должен об этом информироваться. При необходимости система должна документировать привязкой ко времени ход приведения в действие соответствующего органа управления. Если задержка в использовании длится более 1 секунды, то восприятие взаимосвязи снижается и требуется ведение соответствующей обратной сигнализации.

4.3 Управляемость

Система должна быть управляемой оператором. Это означает, что система и ее компоненты в период, когда она подвержена непосредственному контролю оператора, должна вести оператора через задание. Оператор не должен попадать под влияние собственного ритма системы.

4.3.1 Принцип избыточности

Должна применяться дополнительная индикация и дополнительные органы управления, если указанная избыточность повышает надежность всей системы.

Пример применения

В определенных ситуациях работоспособность и надежность функционирования системы зависят от возможности предоставления в распоряжение оператора избыточной информации. Важная информация должна дублироваться из разных источников. В отношении органов управления требование к системе может заключаться в том, чтобы определенная функция могла запускаться с разных мест, чтобы обеспечить необходимую скорость, точность, охрану здоровья и надежность.

4.3.2 Принцип доступности

Должен быть обеспечен простой доступ к информации.

Пример применения

Должно быть обеспечено, чтобы показания индикаторов находились в поле обзора оператора. Важные для безопасности и часто запрашиваемые данные должны отображаться в центральных областях обзора, которые наиболее часто охватываются глазами (EN 894-2).

Дополнительно к этому общему требованию должно учитываться, что показания индикаторов могут быть временно закрыты при соответствующем положении рук оператора.

4.3.3 Принцип достаточности пространства для перемещения

Необходимые для манипулирования органами управления перемещения тела не должны быть неудобными для оператора.

Пример применения

Расстояние между отдельными органами управления должно быть оптимальным для обеспечения эффективного манипулирования ими. Слишком большое расстояние может потребовать ненужных перемещений, а слишком малое может вызвать ошибочное приведение их в действие. Для установления оптимального расстояния необходимо учитывать специфические характеристики каждого отдельного органа управления, а также все обстоятельства, при которых органы управления должны приводиться в действие. Например, некоторые системы приводятся в действие операторами, носящими перчатки.

4.4 Предположения о соответствии требованиям

Широко распространенные стереотипы и другие предположения оператора о том, как функционирует сопряжение между человеком и машиной, оказывают сильное влияние на оператора в зависимости от того, как он использует определенный орган управления или индикатор. Следует предположить, что операторы даже в стрессовых ситуациях действуют согласно широко распространенным стереотипам в том случае, если они в соответствии с уровнем своей подготовки должны были действовать противоположным образом.

4.4.1 Принцип совместимости с обучаемым

Функционирование, перемещение и положение органов управления и индикаторов должны соответствовать предположениям оператора, которые формируются у него во время предшествующей работы или подготовки.

Пример применения

Обычные предположения о соответствии требованиям являются важными при применении указанного принципа. Определенный стереотип, например, состоит в том, что необходимо поворачивать

лимб по часовой стрелке для увеличения значения на индикаторе, а орган управления перемещать вверх или вправо.

4.4.2 Принцип совместимости с практикой

Функционирование, перемещение и положение органов управления и индикаторов должны соответствовать предположениям, базирующимся на практическом опыте использования систем.

Пример применения

Через некоторое время оператор привыкает к определенному времени реакции системы и совершенствует свои соответствующие предположения. Поэтому аналогичные манипуляции должны соответствовать основному образцу относительно времени реагирования. Оператор должен дополнительно информироваться при отклонении времени реагирования системы от ожидаемого.

4.4.3 Принцип логической последовательности

Идентичные элементы системы «человек — машина» должны функционировать согласованно друг с другом.

Пример применения

Расположение, назначение и перемещение органов управления, показаний индикаторов и других устройств внутри системы или всех систем должны совпадать. Например, функционально идентичные органы управления и индикаторы должны быть расположены единообразно.

Должна использоваться не противоречащая сама себе система кодов и символов.

4.5 Нечувствительность к ошибкам

Система считается нечувствительной к ошибкам, если требуемый результат, несмотря на допущенную ошибку при управлении, достигается без коррекции или с минимальной коррекцией.

4.5.1 Принцип контроля ошибок

Системы должны иметь возможность контроля ошибок и предлагать оператору средства для исправления такого рода ошибок.

Пример применения

В случае, если система может различным образом реагировать на ошибку оператора, то оператор должен иметь возможность выбора. При этом необходимо информировать оператора о правильном образе его действий.

В критических ситуациях в распоряжении оператора должно быть достаточно времени для обеспечения оптимальной обработки информации об ошибке. При появлении в системе ошибки она должна быть немедленно обнаружена оператором. Сообщения об ошибках должны быть понятными. Оператор должен быть в состоянии осуществлять необходимые действия без особых размышлений и использования руководств. Оператор должен иметь возможность выбора между краткой и более подробной информацией об ошибке.

4.5.2 Принцип достаточности времени на исправление ошибок

Система должна обеспечить оператору достаточное время для надежного исправления каждой ошибки.

Пример применения

Необходимо обеспечить, чтобы оператор имел достаточное время для идентификации всех ошибок и осуществления соответствующих корректирующих действий, прежде чем воздействия ошибок будут иметь критические последствия.

EN 894-3 содержит указания, как свести до минимума вероятность непреднамеренного приведения в действие органов управления.

4.6 Приспосабливаемость и возможность изучения

4.6.1 Принцип способности к изменению

Система должна быть достаточно гибкой, чтобы можно было приспособиться к отличиям конкретных операторов, их общим физиологическим и психологическим способностям и обеспечивать возможность обучения.

Пример применения

Оператор должен иметь возможность оказывать влияние на скорость взаимодействия. Опытный оператор должен иметь возможность изменять реакцию системы с тем, чтобы она соответствовала уровню его опыта. Неопытный оператор должен иметь возможность настраивать реакцию системы на соответствующий ему уровень.

В сложных системах оператору должна обеспечиваться возможность выбора между краткой и более подробной информацией о системах.

В отношении манипулирования большинство органов управления должны одинаково хорошо приводиться в действие обеими руками. В случае, если органы управления требуют быстрого приведения их в действие, должна обеспечиваться возможность приведения их в действие либо любой рукой, либо они должны быть выполнены таким образом, чтобы быстрое приведение в действие обеспечивалось и не имеющей преимущества рукой.

Приложение А
(справочное)

Обработка информации человеком

Введение

Многие критерии и принципы эргономики базируются на знаниях, приобретенных в областях систем «человек — машина» и общей психологии. Настоящее приложение содержит часть основных принципов обработки информации человеком. Однако следует обратить внимание, что вследствие быстрого теоретического и практического прогресса в этой области существует разнообразие моделей. Поэтому настоящее изложение должно рассматриваться, как сопоставление предварительных точек зрения.

При настоящем подходе человеческая психика рассматривается как система обработки информации. В этой системе различают три находящихся друг с другом во взаимодействии подсистемы, а именно:

a) система восприятия;

b) познавательная система;

c) двигательная система.

Хотя, как указано выше, имеются различия между системами обработки информации, важно отметить, что некоторые из них часто сглаживаются в реальной ситуации и человеческая деятельность всегда содержит взаимодействие и комбинацию многих подсистем обработки информации и что указанное взаимодействие может привести к непредсказуемым результатам.

А.1 Обзор

Настоящее изложение разбивается на следующие разделы: внимание, восприятие, мышление, моторика и влияющие на работу факторы. Ввиду тесной взаимосвязи между системами, рассматриваемыми в каждом разделе, последовательность изложения была выбрана несколько произвольно. Например, память рассматривается в разделе о познавательной системе, хотя, как упомянуто выше, характеристики памяти также рассматриваются в таких системах, как внимание, ожидание и т. д.

А.2 Внимание

Во многих ситуациях, например, при которых оператор включен в какую-либо систему «человек — машина», он может рассматриваться в качестве одноканального процессора, который одновременно может обрабатывать информацию лишь из нескольких немногочисленных источников.

Обычно внимание привязано к двум основным источникам: внутреннему миру, т. е. мыслям и соматическим ощущениям, а также внешнему миру. Так как внимание имеет ограниченный ресурс, то может возникнуть конкуренция при его использовании. Так, например, у занятого мыслями или решениями оператора может снизиться внимание к событиям в окружающей его среде. Следовательно, системы «человек — машина» должны быть спроектированы таким образом, чтобы они не предъявляли чрезмерных требований к ресурсам внимания оператора.

А.2.1 Произвольное и непроизвольное внимание

Полезно различать произвольное или контролируемое внимание и внимание оператора, которое обостряется внешними или внутренними раздражителями. Во многих ситуациях в системе «человек — машина» оператор своими ресурсами внимания управляет путем принятия решения, на чем должно быть сосредоточено внимание. В других ситуациях, когда появляется сильный или неожиданный внешний сигнал, оператор быстро меняет предмет своего внимания в этот момент и обращается к источнику сигнала. Подобные события могут повлиять на работоспособность оператора. Следовательно, необходимо, чтобы аварийные сигналы и подобные без надобности не появлялись и не отвлекали людей, для которых они не предназначены. Внимание оператора также может автоматически направляться на собственные физиологические ощущения, например, болевые раздражения или обусловленные стрессом физиологические ощущения. Подобные ощущения могут снизить внимание, направленное на выполнение задания.

А.2.2 Одновременное внимание к нескольким источникам

При определенных условиях человек способен к одновременному выполнению нескольких действий. Следующие характеристики системы «человек — машина» могут помочь оптимизировать такого рода действия:

a) небольшой пространственный интервал между индикаторами, которые контролируют параллельную обработку; для акустических индикаторов такое размещение не рекомендуется;

b) совмещенные индикаторы могут улучшить возможности параллельной обработки;

c) если система требует параллельной обработки, то разработчик должен использовать индикаторы, рассчитанные на разные органы чувств, ибо разные органы чувств связывают вместе разные ресурсы внимания;

d) разработчик должен также учитывать, что от оператора требуется больше внимания, если он с системой мало знаком.

А.3 Система восприятия

Система восприятия поступающую информацию из внешнего мира преобразует в мысленные представления. Процесс опознавания какого-либо объекта может быть истолкован «как опознавание образца», при котором обрабатываются признаки явлений раздражения и сравниваются с информацией, хранящейся в долговременной памяти. Более опытный оператор обладает способностью опознавания определенного комплекса пространственных и временных образцов. Сразу после отображения визуального раздражения в визуальной памяти изображений появляется изображение визуального раздражения, а сразу после отображения акустического раздражения в акустической памяти появляется изображение акустического раздражения. Сенсорная память содержит информацию, которая физиологически зашифрована в качестве аналога внешних раздражителей.

Сравнимые сигналы, появляющиеся в пределах отдельного цикла обработки информации, могут комбинироваться в одно единственное восприятие.

Следовательно, существует критический промежуток времени, на котором сигналы не могут быть распознаны как отдельные раздражения.

А.3.1 Время убывания информации

Время убывания (до половинного значения) информации в сенсорной памяти для визуальной памяти составляет около 0,1—1 с и для акустической памяти — 0,9—3,5 с.

А.3.2 Внимание и ожидание

Ожидание человеком какого-либо раздражения или сочетания раздражителей влияет на точность идентификации. Например, напряженное ожидание специфичного раздражения может привести к тому, что для распознавания раздражителя потребуется меньше признаков, чем при менее напряженном ожидании. Характерная связь между ожиданием и восприятием является очень важной при разработке органов управления и индикаторов. Так, например, органы управления со многими общими признаками оформления могут путаться, так как опытный оператор для идентификации использует только некоторые из признаков.

А.3.3 Организация восприятия

Некоторые известные принципы, такие как «законы формирования восприятия», хорошо определяют, как психически перерабатывается визуальная информация. Принципы могут считаться естественными и прежде всего унаследованными тенденциями, которые используются при структурировании внешнего мира в связанное восприятие (образ):

a) «Принцип близости» гласит, что элементы, расположенные очень близко друг около друга, воспринимаются как единое целое;

b) «Принцип похожести» гласит, что похожие признаки или объекты могут восприниматься как единое целое;

c) «Принцип хорошего продолжения» гласит, что элементы легко упорядочиваются в характеристические образцы. Элементы, совпавшие с образцами, воспринимаются легче даже в условиях с помехами;

d) «Принцип цельности» отражает тенденцию, при которой происходит добавление образцов, чтобы в отношении простоты и полноты изображения было соответствие «хорошей форме»;

e) «Принцип общей судьбы» гласит, что два или более признаков воспринимаются как единое целое, если признаки имеют общее происхождение (т. е. направление движения, синхронное загорание и т. д.).

Приведенные выше принципы могут служить рекомендациями по размещению органов управления и индикаторов и в большей степени представляют собой базу для различных эргономических принципов, касающихся размещения индикаторов и органов управления.

А.4 Познавательная система

Познавательная система состоит из двух важных и находящихся в связи друг с другом видов памяти: долговременной памяти, хранящей информацию длительное время, и кратковременной памяти, которая держит наготове временно активизируемую информацию, являющуюся легко доступной для оператора.

А.4.1 Кратковременная память

Наиболее важной характеристикой кратковременной памяти является ее ограниченная емкость как в отношении запоминаемого количества информации, так и по времени ее убывания.

Многочисленные факторы — например, использованная стратегия процесса познания, используемые органы чувств (визуальные, оптические или осязательные), количество и характер активизированной информации — определяют время убывания информации кратковременной памяти. На практике, однако, наиболее важными являются следующие признаки:

a) чем больше информации в кратковременной памяти активизировано, тем быстрее она убывает;

b) емкость кратковременной памяти ограничена небольшим количеством информации (т. е. букв, слов, чисел и т. д.), точное число в интересах работоспособности оценить тяжело; осторожным предположением является, что примерно 5—9 единиц информации представляют собой верхнюю границу количества информации, которая может храниться без труда в кратковременной памяти;

c) чем более похожи единицы информации, тем большая возможность появления ошибок.

Проектировщик систем «человек — машина» должен учитывать емкость кратковременной памяти. Для этого были сделаны следующие предположения:

a) не должно отображаться информации больше, чем необходимо;

b) информационные данные должны достаточно отличаться друг от друга, чтобы риск ошибок был сведен до минимума;

c) следует предусмотреть, чтобы для оператора было затруднено принятие решений, если он должен хранить в своей кратковременной памяти слишком большой объем информации.

А.4.2 Долговременная память

По теоретическим и практическим причинам необходимо учитывать различие между двумя используемыми структурами долговременной памяти: декларативной и процедурной.

Декларативная память содержит информацию о фактических знаниях, например идентичность какой-либо детали машин, значение какого-либо символа, правил безопасности и т. д. Декларативная память содержит и память для хранения специфического опыта человека. Другим типом памяти является процедурная память, или хранящая различные навыки человека.

А.4.2.1 Декларативная память

Специфичные признаки декларативной памяти, которые являются особенно важными для проектировщика систем «человек — машина», следующие:

Информация находится в декларативной памяти:

a) либо как повторное узнавание;

b) либо как свободное вспоминание.

Оказывается, что человек в состоянии довольно хорошо что-либо повторно узнавать, а эффективность свободного вспоминания сравнительно меньше. Из этого свойства памяти вытекает, что проектировщик должен представлять информацию по возможности таким образом, чтобы она могла узнаваться, вместо того, чтобы полагаться на свободное ее вспоминание оператором. Если информация, например, отображается на дисплеях, то рекомендуется использовать систему меню, в которой могут узнаваться отдельные признаки вместо того, чтобы довериться свободному вспоминанию определенных команд.

Следует также учитывать, что вызов информации из памяти в большой степени зависит от контекста. Если некоторые специфические признаки изучались в определенном контексте, то их вспомнить проще при наличии оригинального контекста. Это, например, распространяется на оформление руководств и инструкций, которые, чтобы быть эффективными, должны содержать достаточную информацию (рисунки, диаграммы и т. д.), приближенную к реальной ситуации управления или идентичную ей.

А.4.2.2 Процедурная память

Наиболее важный признак процедурной памяти состоит в том, что хорошо выраженные навыки имеют тенденцию к почти автоматической реализации с минимальным преднамеренным контролем и вниманием. Так как при хорошо привитых навыках требуется только минимум контроля и внимания, то подобные задания подвержены повышенному риску ошибок. Так, например, оператор, выполняющий хорошо изученную последовательность действий, может сделать ошибку при отклонении от нормальных условий или обстоятельств, так как он меньше уделяет внимания на распознавание этих обстоятельств. Например, привыкший к определенному маршруту водитель автомобиля легко может забыть свое намерение отклониться от маршрута в каком-либо определенном месте.

А.4.2.3 Ожидания

Как указано выше, ожидания человека являются важными для понимания вызова информации из памяти. Вообще люди принимают определенные стереотипные представления, ассоциирующиеся с различными типами имеющихся данных. Стереотипные представления помогают при структурировании информационных данных и подготовке к действиям. Однако стереотипные представления в определенных ситуациях могут привести человека к предположению содержимого памяти, которого не было в первоначальной ситуации. Поэтому необходимо всегда проанализировать, какие стереотипные представления может иметь оператор в сочетании с машинными системами. Как указывалось в настоящем стандарте, стереотипные представления имеют более общее значение, чем в контексте вызова информации из памяти. Особенно имеют решающее значение ожидания, которые ассоциируются с перемещением органов управления и показаний индикаторов.

А.4.2.4 Привитие навыков

При приобретении нового навыка этот процесс, прежде всего, требует особого внимания, пока действие не будет выполняться автоматически. Вообще процесс доведения какого-либо навыка до его автоматизма продолжается относительно долго. Может потребоваться меньше времени для усвоения определенных декларативных актов о том, как должно выполняться задание, но даже если акты усвоены на декларативном уровне и хорошо известны, то это не является гарантией эффективной их реализации на уровне навыков. Доступ к знаниям может быть неэффективным, если навык не был хорошо развит.

А.4.2.5 Решение проблем

Решение проблем может быть определено как поведение, ориентированное на достижение одной или нескольких целей. Для анализа ситуаций решения проблемы целесообразно видеть отличие между:

a) исходным состоянием, т. е. условиями, правилами и ограничениями, которые существуют в начале процесса решения;

b) промежуточными состояниями, в которых находятся ограничения для решения проблемы на пути к цели;

c) конечным состоянием.

Исходное состояние может оказаться решающим при решении проблемы. Для решения проблемы в системе «человек — машина» необходимо дать оператору знания, являющиеся достаточными для достижения поставленной цели. Например, оптимальное построение системы с точки зрения нормальной эксплуатации может отличаться от оптимального построения системы с точки зрения опасной ситуации, запуска или выключения. Следовательно, проектировщик не должен рассматривать систему лишь с точки зрения нормальной эксплуатации. Он должен учитывать и другие состояния системы. Например, проектировщик, проведя оптимизацию информации о начальном состоянии, для аварийной ситуации может оборудовать отдельные пульты управления.

В промежуточных стадиях решения проблемы могут проверяться различные действия и оцениваться их результаты. При построении системы «человек — машина» на этой стадии важным является обратная связь, которая должна быть быстрой и точной. Замедленная обратная связь может побудить оператора к действиям, которые впоследствии окажутся неэффективными.

При стрессе способность человека к решению проблем имеет тенденцию к снижению. Поэтому необходимо, чтобы оператор в данных условиях осуществлял свою деятельность на более низком уровне. При решении проблем должны учитываться несколько типов «мысленных случаев»:

a) оператор ограничивается сосредоточением своего внимания только на деталях и при этом упускает важную информацию;

b) оператор останавливается на какой-либо одной идее и упускает из внимания альтернативные идеи;

c) оператор слепо придерживается инструкции и не учитывает того, что обстоятельства больше не соответствуют данной ситуации;

d) оператор медлит с действиями до получения соответствующего подтверждения от системы.

Для минимизации такого рода проблем должны использоваться следующие стратегии:

a) должны быть выделены основные информационные данные, соответствующие актуальному состоянию системы;

b) оператор в работе должен использовать альтернативные стратегии решения проблем;

c) оператор должен углублять свои знания о системе;

d) в распоряжение оператора по возможности должна быть представлена обратная связь в виде дополнительных инструкций.

A.5 Время реагирования моторной системы

Время реагирования — это время с момента реагирования какого-либо органа чувств до реакции моторной системы. Простая рефлекторная реакция требует примерно 0,04 с, а минимальное время реакции с участием головного мозга составляет 0,15 с. Для ожидаемых сигналов время реакции обычно находится в пределах 0,2—0,3 с. Если сигнал не ожидается, то время реагирования возрастает и составляет свыше 0,5 с.

A.6 Факторы, влияющие на работоспособность

В системе «человек — машина» оператор подвержен стрессам и утомлению. Снижение работоспособности и повышение вероятности совершать ошибки являются функцией подобных состояний оператора. Следовательно, разработчик должен учитывать внешние обстоятельства, при которых система должна эксплуатироваться и проверять, имеется ли влияние подобных обстоятельств на работоспособность оператора.

A.6.1 Повышенный стресс

Примеры факторов, которые могут повысить уровень стресса оператора:

a) высокие требования к работоспособности;

b) ограниченность времени;

c) веские негативные последствия отказов;

d) факторы окружающей среды, такие как шум и жара.

Основные, обусловленные повышенным стрессом последствия, снижающие работоспособность:

a) снижение внимательности оператора при необходимости решения им заданий, состоящих из нескольких частей; при стрессе на второстепенные задачи обращается меньше внимания;

b) уменьшение емкости кратковременной памяти;

c) снижение точности при выполнении заданий, требующих быстрого принятия решений.

A.6.2 Состояние пониженной активности

Следующие задания могут снизить уровень активности оператора:

a) простые и монотонные задания;

b) задания, требующие непрерывного внимания;

c) задания с малым документированием или без него;

d) задания, выполняемые в течение продолжительного времени.

Состояния, описанные выше, могут снизить работоспособность путем увеличения времени реагирования и восприятия информации.

A.7 Способность людей и машин к выполнению различных задач

Правильное назначение функций и задач для людей и машин является главным для эффективного и правильного построения систем «человек — машина». В таблице А.1 приведены основные сильные и слабые стороны человека.

Пригодность машин определяется техническим прогрессом. Кроме того, свойства машин зависят от ее типа (компьютер, мощный рабочий орган и т. д.). При использовании таблицы необходимо, чтобы графа «машина» была согласована с условиями ее применения.

Таблица А.1 — Способность людей и машин выполнять задачи

Функциональный признак	Способность	
	Человек	Машина
Общие признаки Гибкость	Хорошо подходит для широкого спектра заданий	Специализированная, менее гибкая
Приспособление к изменяющимся требованиям	Хорошо приспосабливается к неожиданным требованиям, ограниченное время может работать с перегрузкой	Слабое приспосабливание к новым ситуациям. Выходит из строя в ситуациях, на которые она не рассчитана
Обучение и подготовка	Легко обучать, учеба относится к нормальному явлению	Ограниченные возможности обучения
Задания с неопределенностью	Подходит хорошо	Подходит плохо
Прогнозируемость поведения в системе	Поведение человека не является строго детерминированным и точно прогнозируемым	Строго придерживается правил, хорошо детерминированное поведение, в общем и целом прогнозируемое
Ввод Легкость восприятия и распознавания	Ограниченное количество органов чувств с высокой чувствительностью, высокая скорость и точность при комбинировании поступающей информации и при распознавании образцов, однако восприятие находится под влиянием ожиданий	Сенсорная система может проектироваться в соответствии с требованиями, высокая мощность требует больших издержек
Контроль	Ввиду ограниченной работоспособности для долговременного контроля пригоден плохо	Хорошо подходит для долговременного контроля
Неполный ввод информации и помехи	Может обрабатывать неполную информацию в условиях помех	Мало подходит для обработки неполной информации в условиях радиопомех
Обработка информации Каналы и вычислительные возможности	Ограниченное количество сенсорных каналов, ограниченная способность параллельной обработки информации	Пропускная способность каналов и вычислительные возможности могут быть созданы в соответствии с требованиями
Стратегическое и тактическое планирование, организация, принятие решений	Подходит хорошо, ошибки могут вызываться неправильными внутренними моделями реальности и стрессовыми ситуациями	Подходит плохо
Интуитивное мышление и обобщение	Может интуитивно принимать решения в новых ситуациях, может обобщать	Незначительная способность к интуиции и обобщению
Память	Плохая кратковременная память, хорошая долговременная память, никакого переполнения, селективное запоминание, может возникать потеря информации, информация в памяти может изменяться	Хорошая кратковременная и долговременная память, в общем и целом без потери информации и ее изменения
Постоянство работоспособности	Работоспособность зависит от стресса, усталости и т. д.	Достижимо высокое постоянство функционирования
Повторные и монотонные задания	Ввиду ограниченной работоспособности малопригоден, ухудшение работы при монотонном и повторном стрессе	Подходит хорошо

Окончание таблицы А.1

Функциональный признак	Способность	
	Человек	Машина
Выдача данных Физическая работоспособность	Биологически ограниченная физическая работоспособность	Физическая работоспособность может соответствовать заданным требованиям
Скорость	Биологически ограниченная скорость, мало каналов выдачи данных	В общем и целом возможна любая скорость
Точность	Хорошие моторные навыки, но ограниченная точность	Точность может повышаться в соответствии с требованиями, высокие издержки при высокой точности
Окружающая среда. Условия применения	Хорошая пригодность в широкой области нормальных окружающих условий, но при экстремальных окружающих условиях необходимы высокие расходы на меры защиты	Может создаваться для эксплуатации в любых условиях окружающей среды
Техническое обслуживание	При нормальных окружающих условиях незначительные расходы по обеспечению, однако необходимо оборудование, удовлетворяющее требованиям человека, технического обслуживания не требуется, восстанавливается сам	Снабжение энергией и материалами, техническое обслуживание являются обязательными

Приложение ZA
(справочное)

Взаимосвязь европейского стандарта и основных требований Директивы 98/37/ЕС с учетом изменений, внесенных Директивой 98/79/ЕС

Европейский стандарт, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, разработан Европейским комитетом по стандартизации (CEN) по поручению Комиссии Европейских сообществ и Европейской ассоциации свободной торговли (EFTA) и реализует основные требования Директивы 98/37/ЕС с учетом изменений, внесенных Директивой 98/79/ЕС.

Европейский стандарт размещен в официальном журнале Европейского сообщества как взаимосвязанный с этой директивой и применен как национальный стандарт не менее чем в одной стране — члене сообщества. Соответствие нормативным разделам европейского стандарта, приведенным в таблице ZA.1, предоставляет в пределах области применения настоящего стандарта презумпцию соответствия основным требованиям этой директивы и регламентирующим документам EFTA.

Таблица ZA.1 — Соответствие европейского стандарта Директиве 98/37/ЕС с учетом изменений, внесенных Директивой 98/79/ЕС

Раздел (подраздел) настоящего стандарта	Основные требования Директивы 98/37/ЕС с учетом изменений, внесенных Директивой 98/79/ЕС	Примечание
Все разделы	Приложение I: 1.1.2, 1.2, 1.7.0, 3.6.1	

Примечание — К продукции, на которую распространяется европейский стандарт, могут применяться требования других стандартов (документов) и директив ЕС.

Приложение ZB
(справочное)

Взаимосвязь европейского стандарта и основных требований Директивы 2006/42/ЕС

Европейский стандарт, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, разработан Европейским комитетом по стандартизации (CEN) по поручению Комиссии Европейских сообществ и Европейской ассоциации свободной торговли (EFTA) и реализует основные требования Директивы 2006/42/ЕС.

Европейский стандарт размещен в официальном журнале Европейского сообщества как взаимосвязанный с этой директивой и применен как национальный стандарт не менее чем в одной стране — члене сообщества. Соответствие нормативным разделам европейского стандарта, приведенным в таблице ZB.1, предоставляет в пределах области применения настоящего стандарта презумпцию соответствия основным требованиям этой директивы и регламентирующим документам EFTA.

Таблица ZB.1 — Соответствие европейского стандарта Директиве 2006/42

Раздел (подраздел) настоящего стандарта	Основные требования Директивы 2006/42/ЕС	Примечание
Все разделы	Приложение I: 1.1.2, 1.1.6, 1.2, 1.7, 3.3, 3.6.1	

Примечание — К продукции, на которую распространяется европейский стандарт, могут применяться требования других стандартов (документов) и директив ЕС.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным европейским стандартам

Таблица ДА.1 — Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным региональным стандартам, которые являются идентичными или модифицированными по отношению к международным стандартам

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
EN 292-1:1991 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные терминология, методология	ISO 12100:2010 Безопасность машин. Общие принципы расчета. Оценка рисков и снижение рисков	IDT	ГОСТ ИСО/ТО 12100-1—2007 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика
EN 292-2:1991 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2 Технические правила и технические требования	ISO 12100:2010 Безопасность машин. Общие принципы расчета. Оценка рисков и снижение рисков	IDT	ГОСТ ИСО/ТО 12100-2—2007 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты.

УДК 658.51:006.354 МКС 13.110;
13.180

Ключевые слова: безопасность машин, эргономика, место рабочее, устройство сигнальное, устройство управления, оператор обслуживающий, взаимодействие, опасность

Редактор *Е.В. Вахрушева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 17.03.2014. Подписано в печать 09.04.2014. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 2,79.
Уч.-изд. л. 2,10. Тираж 71 экз. Зак. 691.

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

gost.e-ecolog.ru