ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 9355-1— 2009

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИСПЛЕЕВ И МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 1

Взаимодействие с человеком

ISO 9355-1:1999
Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 1: Human interactions with displays and control actuators (IDT)

Издание официальное

БЗ 9—2009/562

Москва
Стандартинформ
2010

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика»

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

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 9355-1:1999 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1: Взаимодействие человека с дисплеями и механизмами управления» (ISO 9355-1:1999 «Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 1: Human interactions with displays and control actuators»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 3.5).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2010

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИСПЛЕЕВ И МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 1
Взаимодействие с человеком

Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators.
Part 1. Interactions with human being

Дата введения — 2010—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт предназначен для применения при проектировании дисплеев (устройств отображения и воспроизведения информации) и механизмов управления машин. Настоящий стандарт устанавливает общие принципы взаимодействия оператора с дисплеями и механизмами управления, позволяющие минимизировать ошибки оператора и обеспечить эффективное взаимодействие между оператором и оборудованием. Особенно важно соблюдать эти принципы, если ошибка оператора может привести к травме или нанести вред здоровью персонала.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

EN 418, Безопасность оборудования. Функциональные аспекты устройств аварийного останова. Принципы проектирования (EN 418, Safety of machinery — Emergency stop equipment, functional aspects — Principles for design)

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

ИСО 9241-10, Эргономические требования к офисным работам с применением видеодисплейных терминалов (VDTs). Часть 10. Принципы построения диалогов (ISO 9241-10, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 10: Dialogue principles)[1]

ИСО 9355-2, Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи (ISO 9355-2, Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 2: Displays)

ИСО 9355-3, Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 3. Механизмы управления (ISO 9355-3, Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **механизмы управления** (control actuator): Часть системы управления, приводимая в действие непосредственно оператором, например путем нажатия клавиши.

[1] Стандарт заменен на ИСО 9241-110 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 110. Принципы организации диалога (ISO 9241-110, Ergonomics of human—system interaction — Part 110: Dialogue principles). Для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированных ссылках, рекомендуется использовать только данный ссылочный стандарт.

Издание официальное

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

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

4 Принципы проектирования взаимосвязей в системе «оператор — производственное задание»

В настоящем стандарте система человек—машина рассматривается как замкнутая система: машина отображает информацию, предназначенную оператору, который использует механизмы управления, чтобы воздействовать на машину, которая, в свою очередь, обеспечивает обратную связь с оператором и т.д.

Системы человек—машина могут включать в себя любое количество структурных элементов или подсистем, в которых оператор взаимодействует с машиной или процессом. Несколько подсистем могут действовать независимо или взаимодействовать друг с другом. Рассматривая требования к конкретной подсистеме человек—машина, важно оценить, как она взаимодействует с системой в целом.

Кроме того, системы человек—машина являются частью более сложных систем. Например, физическая окружающая среда (шум, освещение и т.д.), а также социальная и организационная окружающая среда могут воздействовать на эффективную работу системы человек—машина.

Знание принципов эргономики является основой для успешного внедрения системы человек—машина. В частности, важно обеспечить, чтобы система разрабатывалась на основе интерактивного процесса взаимодействия проектировщика и пользователя. Стандарт EN 614-1 устанавливает основные положения для включения принципов эргономики в процесс проектирования. Эти принципы должны быть приняты во внимание при разработке машин.

Важным аспектом анализа систем человек—машина является определение степени необходимого участия оператора для успешного выполнения производственного задания. Приложение А настоящего стандарта обобщает информацию относительно возможностей людей, взаимодействующих с машинами. Проектировщик должен оценить соответствие возможностей человека его запланированным функциям в системе человек—машина. Если такое соответствие не установлено, то проектировщик должен перепроектировать систему. Результатом модернизации может быть система (подсистема) без привлечения (участия) оператора.

Конкретизацией общего принципа соответствия для системы человек—машина является требование того, чтобы машина и связанные с ней элементы (дисплеи, средства управления, инструкции и т.д.) были пригодны для работы оператора и соответствовали поставленной задаче. Чтобы реализовать этот общий принцип, система человек—машина должна быть разработана так, чтобы учитывались физические, психологические и социальные особенности человека. Ниже в настоящем стандарте приведены принципы эргономики, которые должны быть учтены при проектировании системы человек—машина. В настоящем стандарте также приведены руководящие указания по использованию методов, направленных на реализацию указанных эргономических принципов. Необходимо отметить, что список методов не является исчерпывающим, однако он содержит достаточный перечень практических мер, которые должны быть выполнены при проектировании. Стандарт ИСО 9241-110 содержит дополнительную информацию относительно этих принципов при их применении для программного обеспечения.

При проведении проверки соответствия системы человек—машина установленным эргономическим требованиям необходимо обеспечить такую процедуру, чтобы отобранные решения проходили тестирование в условиях, близких к реальным (см. EN 614-1).

4.1 Соответствие производственному заданию

Система человек—машина соответствует производственному заданию, если она обеспечивает поддержку работы оператора при выполнении производственного задания наиболее безопасным, эффективным и результативным способом.

---

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

4.1.1 Принцип распределения функций

После анализа требований производственного задания, возможностей оператора и имеющихся ограничений необходимо определить наиболее рациональное распределение функций между оператором и машиной.

Требование

Следует обеспечить, чтобы при использовании машины оператору не предъявлялись невыполнимые требования, относящиеся, например, к скорости и точности реакции или силе, требуемой для взаимодействия с механизмами управления, или требования повышенного внимания для регистрации небольших изменений в состоянии дисплея.

4.1.2 Принцип понижения сложности

Поскольку должно быть достигнуто соответствие системы требованиям производственного задания, должны быть исследованы возможности понижения сложности задания. Такой анализ должен быть проведен относительно производственного задания, а также типа и объема информации, которую должен обработать оператор.

Требование

При проектировании взаимодействий человек—машина необходимо проанализировать такие характеристики системы, как скорость и точность этих взаимодействий. Должны быть определены факторы, которые влияют на эти характеристики.

Например, если оператор контролирует нахождение системы в пределах допустимых границ, точность считывания информации может быть повышена, если указатели дисплеев расставлены на экране так, чтобы можно было легко определить, отклоняются ли один или несколько из указателей от их нормального положения (см. ИСО 9355-2).

4.1.3 Принцип группировки

Дисплеи и механизмы управления размещают так, чтобы их можно было легко использовать с учетом нижеследующих требований к группировке объектов.

Требование

Если механизмы управления и дисплеи приводятся в действие в установленной последовательности, то информация на экране должна быть размещена в той же последовательности. Такое расположение помогает оператору запомнить эту последовательность, уменьшает время ответной реакции и приводит к уменьшению ошибок.

Если последовательность управляющих воздействий на механизмы управления и дисплеи не установлена, то группировка этих механизмов управления и дисплеев должна быть произведена с учетом следующих воздействующих факторов:

a) значимость для безопасного использования машины;

b) частота использования при обычной работе машины;

c) использование элементов управления в соответствии с последовательностью промежуточных операций (например, управление запуском автомобиля при помощи ключа зажигания, воздушной заслонки и стартера);

d) функциональная зависимость элементов (например, при управлении стеклоочистителем и омывателем стекол на автомобиле).

Вышеупомянутые факторы не являются взаимоисключающими, и некоторые элементы могут появляться в разных сочетаниях с другими.

Следовательно, размещение дисплеев и механизмов управления должно быть произведено так, чтобы:

a) важные и часто используемые элементы находились в самых доступных местах;

b) элементы последовательности промежуточных операций были размещены вместе;

c) функционально связанные элементы были расположены в группах с визуальным и пространственным отделением от других элементов.

Особо важные дисплеи и механизмы управления, например используемые в аварийных ситуациях, должны быть спроектированы и установлены так, чтобы они могли быть использованы быстро и безошибочно. Руководящие указания по работе с устройствами аварийной остановки приведены в EN 418.

4.1.4 Принцип идентификации

Механизмы управления и дисплеи должны быть легко идентифицируемыми.

Требование

Метки, знаки и другие символы должны быть нанесены непосредственно на соответствующие механизмы управления и дисплеи или размещены рядом с ними, чтобы они были видны при работе. Предпочтительным является размещение таких средств идентификации на механизме управления и дисплее или несколько выше.

4.1.5 Принцип производственных связей

Взаимосвязанные механизмы управления и дисплеи должны быть размещены так, чтобы была отражена связь выполняемых ими операций.

Требование

Механизмы управления должны быть расположены рядом со связанными с ними дисплеями, чтобы обеспечить наглядность их связи для оператора.

Направления движения исполнительного механизма управления должны соответствовать направлениям ответной реакции системы и/или перемещениям символов на дисплее (см. ИСО 9355-2 и ИСО 9355-3).

Если произойдет отказ системы, то он должен быть идентифицирован оператором настолько быстро, насколько это возможно.

4.2 Информативность

Интерфейс человек—машина должен быть информативным. Это означает, что оператор может легко идентифицировать отдельные дисплеи и механизмы управления и понимать основной процесс.

4.2.1 Принцип информационной готовности

Информация о состоянии системы всегда должна быть в наличии и предоставляться по требованию оператора, а процесс ее получения не должен влиять на другие рабочие операции.

Требование

Должна быть произведена проверка того, что действия оператора воспринимаются системой, а результаты этой проверки должны быть представлены оператору без задержки. Если выполнение отложено, то оператор должен быть проинформирован об этом. В случае адекватной реакции система должна реагировать немедленно и одновременно с приведением в действие оператором исполнительного механизма управления. Если время задержки реакции на управляющее воздействие больше 1 с, то восприятие ответной реакции понижается, и в таком случае необходима предварительная установка обратной связи.

4.3 Управляемость

Оператор должен контролировать систему. Это означает, что оператор должен управлять системой и ее компонентами в соответствии с производственным заданием в течение всего периода работы системы. Оператор не должен находиться под доминирующим влиянием ритма производственного цикла, присущего системе.

4.3.1 Принцип избыточности

В состав системы должны быть включены дополнительные резервные дисплеи и механизмы управления в том случае, если такая избыточность повысит общую безопасность системы.

Требование

В определенных ситуациях эффективность и безопасность системы зависят от возможности системы предоставить оператору дополнительную информацию. Важная информация может быть получена из различных источников. В отношении механизмов управления системные требования могут состоять в наличии возможности управления заданной функцией системы из различных мест, чтобы поддерживать скорость и точность работы, ее безопасность и охрану здоровья персонала.

4.3.2 Принцип доступности

Информация должна быть легкодоступной.

Требование

Дисплеи должны быть расположены так, чтобы они всегда находились в пределах поля зрения оператора. Кроме того, важная информация, относящаяся к безопасности, и часто используемая справоч-

ная информация также должны быть расположены в областях, наиболее часто попадающих в поле зрения оператора (см. ИСО 9355-2).

Дополнительно необходимо учитывать, что некоторые рабочие позы и, в частности, положение рук оператора могут ограничивать просмотр информационных данных.

4.3.3 Принцип выделения рабочей зоны

Необходимые для взаимодействия с механизмами управления перемещения тела оператора не должны вызывать у него дискомфорт.

Требование

Свободное пространство между отдельными механизмами управления должно быть оптимальным для обеспечения эффективной работы, так как наличие слишком большого пространства может потребовать ненужных перемещений, а слишком маленькое свободное пространство может вызвать случайное приведение механизма в действие. Для определения оптимального рабочего пространства необходимо провести анализ характеристик механизмов управления и окружающей среды, в которой система работает. Например, при управлении некоторыми системами требуется наличие перчаток у оператора, что требует увеличения свободного пространства.

4.4 Соответствие стереотипам пользователей

Существующие стереотипы поведения и работы определенных групп пользователей и ожидания пользователей оказывают сильное влияние на то, как оператор будет использовать механизм управления или дисплей. Например, можно ожидать, что под влиянием стресса операторы могут вернуться к устоявшимся стереотипам поведения, даже если они обучались действовать противоположным способом.

4.4.1 Принцип соответствия обучению

Функциональное назначение, перемещение и расположение механизма управления и элементов дисплея должны соответствовать тому, что ожидает оператор в соответствии с его предыдущим опытом работы или обучением.

Требование

При реализации этого принципа важно учитывать сложившиеся производственные традиции и обычаи. Например, существует сложившееся представление о том, что для увеличения изображения некоторой величины на дисплее нужно вращать циферблат по часовой стрелке или перемещать рычажок механизма управления вверх или вправо.

4.4.2 Принцип соответствия практике

Функциональное назначение, перемещение и расположение механизма управления и элементов дисплея должны соответствовать ожиданиям оператора, основанным на практическом опыте при использовании системы и соответствующего руководства по эксплуатации.

Требование

По прошествии некоторого времени оператор привыкает к конкретному времени ответной реакции системы и формирует свои представления и ожидания относительно этого времени. Поэтому одинаковые или похожие операции должны иметь одинаковое время ответной реакции. Оператор должен быть проинформирован, отклоняется ли наблюдаемое время ответной реакции системы от ожидаемого.

4.4.3 Принцип согласованности

Одинаковые или похожие части системы человек—машина должны работать согласованно.

Требование

Расположение, функциональное назначение и перемещение механизмов управления, дисплеев и других устройств системы должны быть согласованными и расположенными в определенном порядке в системе или в нескольких системах. Например, функционально подобные механизмы управления и дисплеи должны быть размещены приблизительно одинаковым образом.

В системе должен использоваться согласованный набор кодов и символов.

4.5 Устойчивость к ошибкам

Система считается устойчивой к ошибкам, если, несмотря на возникающие ошибки при осуществлении рабочих операций, намеченный результат достигается или с минимальным корректирующим воздействием, или вообще без такового.

4.5.1 Принцип исправления ошибок

Системы должны быть способны выполнить проверку наличия ошибок в своей работе и предоставить оператору средства для того, чтобы исправить выявленные ошибки.

Требование

Если ошибки в работе системы можно исправить несколькими способами, то оператору должна быть предоставлена возможность выбора наиболее адекватного способа. Необходимо сообщить оператору о корректной процедуре, которой он должен придерживаться.

Для обеспечения оптимальной обработки ошибок в критических ситуациях оператору должна быть предоставлена достаточно полная информация. Если ошибка в работе системы происходит, то она должна быть идентифицирована оператором как можно быстрее. Сообщения об ошибках должны быть легко понимаемы. Оператор должен быть способен выполнить необходимые корректирующие действия без применения трудоемкой обработки информации и без привлечения справочных материалов. Оператор должен быть способен сделать выбор между краткими и детализированными сведениями об ошибке.

4.5.2 Принцип выделения достаточного времени на обработку ошибок

Оператору должно быть предоставлено достаточное время для восстановления системы при возникновении любых ошибок.

Требование

Следует предоставить оператору достаточно возможностей, чтобы идентифицировать любые ошибки и осуществить соответствующие корректирующие действия прежде, чем последствия ошибок станут критическими для системы.

Руководство по минимизации вероятности самопроизвольного срабатывания механизмов управления представлено в ИСО 9355-3.

4.6 Адаптация к индивидуальным особенностям пользователя и обучение

Система пригодна для адаптации к индивидуальным особенностям пользователя и обучения, если она может быть приспособлена к его индивидуальным потребностям.

4.6.1 Принцип гибкости

Система должна быть достаточно гибкой для адаптации к различиям в индивидуальных потребностях, физиологических и психологических возможностях, способности к обучению и культурным различиям.

Требование

Оператор должен быть способен влиять на скорость взаимодействия с системой при наличии такой возможности.

Опытный оператор должен иметь возможность настроить обратную связь так, чтобы она соответствовала уровню его квалификации. Соответственно, неопытный оператор должен быть способен установить уровень обратной связи в соответствии со своим опытом и квалификацией.

В сложной системе оператору должна быть предоставлена возможность выбора между краткой или подробной информацией о системе.

Большинство механизмов управления по желанию могут быть приведены в действие одинаково хорошо обеими руками. Это особенно важно для механизмов управления, которые требуют точного и/или быстрого приведения в действие. Такие механизмы должны быть приводимы в действие одинаково хорошо любой рукой или должны быть так спроектированы, чтобы обеспечить точное и/или быстрое приведение в действие неудобной для оператора рукой.

Приложение А
(справочное)

Обработка информации человеком

А.0 Введение

Основные критерии эргономики сформированы на основе знаний о системе человек—машина и общей психологии. Настоящее приложение представляет собой некоторые из этих знаний в виде краткого обзора основных принципов обработки информации человеком. Необходимо отметить, что, благодаря быстрому развитию теории и практики в этой области, появилось много различных мнений относительно этого предмета. Последующее изложение следует расценивать как предварительные указания, основанные на некоторых современных идеях, касающихся этих проблем.

Приведенный подход рассматривает человеческое мышление (психическую деятельность) как систему обработки информации. В этой системе различают три взаимодействующие подсистемы, а именно:

a) систему восприятия информации;

b) когнитивную систему;

c) моторную систему.

При наблюдении за оператором в реальной ситуации различия названных подсистем являются нечеткими. Существенным является также понимание того, что процесс мышления человека всегда отражает взаимодействия и комбинации многих различных подсистем обработки информации и что эти взаимодействия могут привести к непредсказуемым результатам.

А.1 Краткий обзор

Изложенный ниже материал классифицирован по следующим главным разделам: внимание, восприятие, распознавание, двигательная активность и факторы, влияющие на работоспособность. Благодаря тесной взаимосвязи перечисленных выше систем, порядок их представления до некоторой степени произволен по эвристическим соображениям. Например, проблема памяти рассмотрена в разделе, посвященном распознаванию, а характеристики памяти — практически во всех обсуждаемых системах (внимание, ожидание и т.д.).

А.2 Внимание

Человек-оператор в составе системы человек—машина может быть рассмотрен как единственный канал обработки информации, возможности которого позволяют в каждый момент времени обрабатывать информацию лишь из небольшого числа источников.

Объекты внимания человека обычно располагаются в двух главных областях человеческого сознания: внутреннего мира человека, т.е. мира мыслей и телесных ощущений, и его внешнего мира. Так как внимание может быть представлено как ограниченный человеческий ресурс, то среди объектов внимания (стимулов-раздражителей) может существовать конкуренция. Например, оператор, который занят мыслями о принятии решений по управлению, может обращать недостаточное внимание на события, происходящие во внешнем мире. Важным следствием ограниченности ресурсов внимания для проектирования систем человек—машина является то, что конструкции этих систем не должны являться причиной перегрузки внимания оператора.

А.2.1 Контролируемое и непроизвольное внимание

Различают контролируемое (управляемое, активное) и непроизвольное (пассивное) внимание, которое привлекают внешние или внутренние по отношению к оператору сигналы. Во многих ситуациях в системах человек—машина оператор управляет своим вниманием путем контролируемого отбора объектов, на которых должно быть сфокусировано внимание. Однако в других ситуациях, если поступает сильный или ожидаемый сигнал из внешнего источника, тогда внимание, относящееся к текущему контролю, прерывается и направляется к источнику этого сигнала. Такие явления могут оказывать негативное влияние на работу оператора. В этом случае важно, чтобы внешний сигнал не был сигналом ложной тревоги и такие сигналы не отвлекали персонал, для которого данный сигнал не предназначен. Внимание также может быть автоматически направлено к собственным физиологическим ощущениям оператора, например болезненным раздражителям или физиологическим ощущениям, связанным с психологическим напряжением. Такие ощущения могут оказывать негативное влияние на контролируемое, связанное с производственным заданием внимание.

А.2.2 Одновременное внимание к нескольким объектам

В определенных условиях человек способен к выполнению нескольких операций одновременно. Оптимизировать такие действия могут помочь следующие особенности системы человек—машина:

a) компактное пространственное расположение дисплеев способствует параллельной обработке информации; однако в случае устройств с акустическим выходом такое расположение не рекомендуется;

b) объединение дисплеев в группу также может увеличить возможности для параллельной обработки;

c) если требуется параллельная обработка информации, то проектировщик должен рассмотреть возможность использования дисплеев, ориентированных на различные типы восприятия, так как предполагается, что они привлекут различные ресурсы внимания;

d) проектировщик должен также учитывать, что относящиеся к вниманию ресурсы необходимы в большей степени в случае, когда оператор не знаком с системой.

А.3 Система восприятия информации

Система восприятия переводит информацию, получаемую от внешнего мира, в ментальные представления. Процесс распознавания объектов может быть рассмотрен как распознавание образов, где свойства источников внимания (сигналов, визуальных возбудителей, причин концентрации внимания) подвергаются ментальной обработке и сравнению с информацией, хранящейся в долговременной памяти. Опытный оператор может распознать сложные пространственные картины и временные структуры объектов внимания. Вскоре после появления объекта он визуально или акустически отображается в памяти в хранилище визуальных и звуковых образов. Эти сенсорные блоки памяти содержат информацию, закодированную психофизиологически как аналог внешних объектов.

Подобные отдельные сигналы, возникающие в пределах одного цикла обработки, оператор может воспринимать как целостную картину. Существует критический промежуток времени, в пределах которого оператор не воспринимает источники информации как отдельные объекты.

А.3.1 Время сохранения информации

За время сохранения воспринятой информации (половина промежутка времени, по истечении которого информация полностью стирается из памяти) принимают промежуток времени, равный приблизительно от 0,1 до 1 с для зрительной памяти и приблизительно от 0,9 до 3,5 с для слуховой памяти.

А.3.2 Внимание и ожидание информации

Ожидания людей относительно объектов их внимания или ожидания относительно их конфигурации влияют на точность их идентификации. Например, высокая степень ожидания объектов определенного вида может привести к быстрому распознаванию такого объекта, и это распознавание будет основано на меньшем количестве признаков по сравнению с ситуацией с более низким ожиданием. Таким образом, такой психологический аспект восприятия информации, как ее ожидание, очень важен для определения характеристик конструкции механизмов управления и дисплеев. Например, механизмы управления, внешне похожие по многим признакам, могут быть перепутаны, поскольку пользователь для идентификации конкретного механизма управления на основании прошлого опыта может использовать из полного набора всех признаков распознавания этого механизма только некоторые из этих признаков.

А.3.3 Формирование восприятия

Закономерности восприятия, известные как гештальт-принципы формирования восприятия, строго определяют способы мысленной обработки визуальной информации. Эти принципы являются естественными и в значительной степени произошли от стремления структурировать картины внешнего мира в соответствующие зрительные образы. Целостность восприятия и его упорядоченность обеспечивают следующие принципы:

a) принцип «близости» устанавливает, что объекты внимания, расположенные очень близко друг к другу, человек воспринимает как единый структурный элемент;

b) принцип «схожести (подобия)» устанавливает, что схожие по размеру, очертаниям, цвету и форме объекты человек воспринимает как единый структурный элемент;

c) принцип «хорошего продолжения» устанавливает, что элементы легко образуют характерные образы. Элементы, согласованные с этими образами, легко могут быть обнаружены даже при наличии помех;

d) принцип «завершенности» устанавливает существование тенденции к формированию образа в фигуру с простым и полным контуром, соответствующим «хорошей форме» согласно критериям простоты и завершенности;

e) принцип «общей судьбы» устанавливает, что если два или более объекта восприятия совместно демонстрируют общее поведение (направление перемещения, синхронное мигание и т.д.), то человек их воспринимает как единое целое.

Вышеприведенные принципы следует рассматривать как руководящие указания по размещению механизмов управления и дисплеев, а также в значительной степени как основу для установления эргономических принципов этого размещения.

А.4 Когнитивная система

Когнитивная система включает два важных взаимосвязанных блока памяти: долгосрочную память, которая хранит информацию постоянно, и кратковременную память, содержащую временно активизированную легкодоступную информацию.

А.4.1 Кратковременная память

Характерной чертой кратковременной памяти являются ее ограниченные возможности как по отношению к объему информации, который она может хранить, так и по отношению к времени хранения информации.

Скорость потери информации из кратковременной памяти зависит от многих факторов, таких как используемые познавательные стратегии, вид восприятия (визуальный, акустический или осязательный), количество и характер хранимой информации и т.д. Однако практически самыми существенными являются следующие характеристики кратковременной памяти:

a) чем больше информации содержится в кратковременной памяти, тем быстрее забывание;

b) емкость кратковременной памяти ограничена несколькими единицами информации (букв, слов, цифр и т.д.). Трудно дать точные оценки для объема кратковременной памяти. Предполагают, что верхний предел легко удерживаемого в кратковременной памяти объема информации составляет приблизительно 5—9 единиц;

c) чем более однородна хранимая информация, тем больше ошибок можно ожидать при ее извлечении.

Разработчик системы человек—машина должен учитывать пределы кратковременной памяти. Должны быть соблюдены следующие рекомендации:

a) не следует предоставлять оператору больше информации, чем требуется;

b) следует убедиться, что информация достаточно дискретна для минимизации ошибок;

c) следует помнить о трудности принятия решения оператором при необходимости удерживать в кратковременной памяти слишком большой объем информации.

А.4.2 Долговременная память

И по теоретическим, и по практическим причинам полезно делать различия между двумя связанными структурами долговременной памяти. Долговременная декларативная память содержит информацию о фактическом знании, например идентичности машинного компонента, значении символа, правилах безопасности и т.д.; декларативная память содержит информацию о специфическом прошлом опыте человека. Другой главный тип долговременной памяти известен как процедурная память, или память, которая хранит навыки различных видов.

А.4.2.1 Декларативная память

Ниже описаны специфические особенности декларативной памяти, которые особенно важны для разработчиков систем человек—машина.

Извлечение информации из декларативной памяти происходит как:

a) процесс распознавания;

b) простой выбор.

Установлено, что человек имеет хорошие способности к распознаванию, в то время как простой выбор сравнительно менее эффективен. Следствием такого свойства памяти является то, что проектировщик должен в максимально возможной степени представить информацию так, чтобы она могла быть распознана, вместо того, чтобы доверять оператору производить простой выбор информации. Например, представляя информацию на видеотерминалах, иногда лучше иметь диалоговую систему с меню, где индивидуальные особенности объекта могут быть распознаны оператором, вместо того, чтобы положиться на простой выбор оператором определенных команд.

Необходимо отметить, что извлечение информации из памяти напрямую зависит от особенностей этой информации. Если некоторые данные были рассмотрены в определенном контексте, то их проще вспомнить при представлении исходного контекста. Это следует использовать, например, при разработке руководств и инструкций по эксплуатации, которые для повышения их эффективности должны включать достаточную информацию (изображения, диаграммы и т.д.), приблизительно или точно соответствующую действительной рабочей обстановке.

А.4.2.2 Процедурная память

Очень важным аспектом процедурной памяти является то, что хорошие практические навыки имеют тенденцию проявляться почти автоматически с минимумом преднамеренного контроля и внимания. Однако если в хорошо отработанные производственные задания будет включено минимальное количество операций активного контроля и внимания, то применение таких производственных заданий будет приводить к ошибкам. Оператор, который выполняет хорошо изученную последовательность действий, может допустить ошибку при возникновении некоторых отклонений от обычной схемы работы. Чтобы не допустить ошибки в производственном задании, достаточно обратить внимание на возможность такого отклонения. Например, водитель транспорта определенного маршрута может забыть о введенных изменениях маршрута и не скорректировать в определенном месте маршрута направление движения.

А.4.2.3 Ожидания

Как отмечалось выше, ожидания человека важны для понимания процесса извлечения информации из памяти. Люди могут предполагать, что определенные признаки (параметры, величины, значения) по умолчанию могут быть связаны с определенными типами информации. Эти признаки помогают в структурировании информации и в подготовке к определенным действиям. Однако эти признаки могут также в определенных ситуациях приводить к тому, что человек на основании этих признаков может надеяться получить определенные сведения, которых на самом деле нет в реальной ситуации. Таким образом, всегда полезно проанализировать, какие признаки по умолчанию относительно систем человек—машина имеются у оператора. Признаки по умолчанию имеют, как ранее установлено в настоящем стандарте, значительно большую общую значимость, чем их значимость в контексте извлечения информации из памяти. В частности, связанные с этим соглашения, относящиеся к управлению механизмами и дисплеями, имеют первостепенную важность (см. п. 4.4.1).

А.4.2.4 Получение навыков

Если человек приобретает новые навыки, то этот процесс накопления опыта обычно длится с того момента, когда для осуществления некоторой операции требуется повышенное внимание, и до того момента, когда работа выполняется полностью автоматически. Требуется достаточно много времени, чтобы приобрести такой навык, когда работа выполняется на автоматическом уровне. Напротив, определенные декларативные указания (знания)

относительно того, как производственное задание должно быть выполнено, могут быть поняты за короткое время. Однако эти декларативные указания, даже если они хорошо поняты на декларативном уровне, не могут быть эффективно реализованы на уровне приобретенного навыка. Знания трудно использовать эффективно, если они не подкреплены опытом хорошей практической работы.

А.4.2.5 Решение задачи

Процесс решения задачи может быть определен как деятельность, направленная на достижение одной или нескольких целей. Чтобы проанализировать ситуацию, включающую необходимость решения задачи, целесообразно делать различия между:

a) исходным состоянием, т.е. условиями, правилами и ограничениями, имеющимися на начальном этапе решения задач;

b) промежуточным состоянием, характеризуемым собственно процессом движения по достижению цели;

c) характеристиками состояния достижения цели.

Исходное состояние может быть крайне важным для осуществления процесса решения задачи. Относительно решения задач в контексте системы человек—машина важно, чтобы оператор обладал достаточными знаниями для их решения. Например, оптимальная конструкция системы с точки зрения нормальной эксплуатации может сильно отличаться от оптимальной конструкции, рассматриваемой с точки зрения возникшей аварийной ситуации. Разработчик должен рассматривать систему не только с точки зрения нормального рабочего режима, но также должен учитывать и другие возможные режимы, в которых может оказаться система. Например, чтобы оптимизировать информацию относительно исходного состояния с точки зрения возможной аварии, разработчик может включить в проект отдельную контрольную панель для предупреждения возникновения таких явлений.

В процессе решения задачи на стадии b) могут быть протестированы различные возможные действия и оценены их результаты. С точки зрения перспектив систем человек—машина важным фактором в процессе решения задачи на стадии b) является наличие обратной связи, которая должна быть быстрой и точной (адресной). Медленная обратная связь в системе может привести к тому, что оператор поздно предпримет корректирующие действия и они окажутся неэффективными.

В состоянии стресса эффективность деятельности оператора при решении задачи может снизиться, и он может начать работать на более «примитивном» уровне. При решении задачи возможно появление нескольких видов «умственной ловушки», например:

a) оператор сосредоточивает свое внимание на деталях и пропускает важную информацию;

b) оператор сосредоточивается на какой-то одной идее и отказывается рассматривать альтернативные;

c) оператор слепо следует инструкции, несмотря на то, что она перестала быть адекватной реальной ситуации в связи с изменившимися обстоятельствами;

d) оператор не решается действовать, не дожидаясь релевантного сигнала обратной связи от системы.

Чтобы минимизировать указанный тип ошибок, могут быть использованы следующие стратегии:

a) акцентирование внимания на релевантной информации, соответствующей текущему состоянию системы;

b) обеспечение поддержки оператора в разработке альтернативных стратегий решения задачи;

c) обеспечение поддержки оператора в создании полного описания системы;

d) обеспечение оператора обратной связью в форме добавочных инструкций, когда это возможно.

А.5 Время реакции моторной системы

Время реакции используется для обозначения времени с момента появления у оператора ощущения воздействия внешнего сигнала до момента реакции со стороны его моторной системы. Простая рефлекторная дуга имеет время реакции приблизительно 0,04 с, в то время как самое быстрое время реакции с включением мозга составляет приблизительно 0,15 с. Обычный диапазон времени реакции на ожидаемые сигналы составляет от 0,2 до 0,3 с. Когда сигнал поступает неожиданно, время реакции превышает 0,5 с.

А.6 Факторы, влияющие на работу оператора

При работе с системами человек—машина установлены определенные требования к психофизическому состоянию оператора по отношению к напряжению (стрессу), усталости, скуке и другим состояниям. Качество работы оператора и вероятность ошибок могут зависеть от этих состояний. Следовательно, проектировщик должен рассмотреть основные внешние факторы, относительно которых следует выяснить, как эти факторы воздействуют на работу оператора.

А.6.1 Повышенная напряженность

Примерами факторов, которые могут увеличить уровень напряженности оператора, являются следующие:

a) высокие требования к качеству работы системы;

b) темп работы;

c) серьезные отрицательные последствия возникшей неисправности;

d) параметры окружающей среды, например шум и повышенная температура.

Последствия повышенного уровня напряжения оператора:

a) сужение внимания оператора в случае многокомпонентных (сложноструктурированных) производственных заданий; в состоянии повышенного напряжения оператор меньше внимания уделяет второстепенным производственным заданиям;

b) понижение рабочего объема памяти;

c) уменьшение точности выполнения производственных заданий, которые требуют быстрого принятия решения.

А.6.2 Виды работ с пониженной активностью

Производственными заданиями, которые могут понизить уровень активности оператора, являются, например:

a) простые и монотонные производственные задания;

b) производственные задания, которые требуют непрерывного внимания;

c) производственные задания, которые предполагают слабую обратную связь или вообще ее отсутствие;

d) производственные задания, растянутые на длительный период времени.

Такие виды работ могут привести к появлению нежелательных последствий в работе оператора, таких как замедленное время реакции и пропуск важной информации (сигнала).

А.7 Соответствие людей и машин производственному заданию

Распределение функций и производственных заданий между оператором и машиной является важным этапом разработки эффективной и безопасной конфигурации системы человек—машина. В таблице 1 представлены основные преимущества и недостатки человека-оператора.

Возможности машин изменяются в соответствии с развитием технологии. Кроме того, свойства машин различаются в зависимости от типа машины (компьютер, механические инструменты и т.д.). Предполагается, что пользователь таблицы конкретизирует содержание столбца «машина» в соответствии с применением.

Таблица А.1 — Соответствие характеристик людей и машин функциональным требованиям системы

Характеристики функционирования системы человек—машина	Характеристики человека и машины	
	Человек	Машина
Общие		
Гибкость	Хорошо подходит для широкого круга задач	Специализированность, меньшая гибкость
Адаптация к изменившимся требованиям рабочего задания (условия и возможности выполнения задания)	Хорошая адаптируемость к появившимся неожидаемым требованиям, выдерживает кратковременную перегрузку	Слабая адаптируемость к возникшей новой ситуации. Может выйти из строя в условиях, не предусмотренных проектом
Обучение и практическая подготовка	Легко приобретает практические навыки, постоянная готовность к обучению	Ограниченные возможности обучения
Неструктурированные задачи с наличием неопределенности	Хорошо пригоден	Слабая пригодность
Предсказуемость поведения системы	Не характеризуется строгой определенностью и предсказуемостью	Следует предписаниям строго; хорошо определенное функционирование, как правило, предсказуемое
Вход системы		
Восприятие и распознавание входной информации	Восприятие с высокой чувствительностью ограничено, высокая скорость и точность объединения различной входной информации и распознавания образов, на восприятие оказывает влияние время ожидания	Чувствительность системы соответствует установленным требованиям, эффективное функционирование требует высоких затрат
Мониторинг	Малопригоден для продолжительного регулярного мониторинга из-за временной ограниченности состояния активного внимания	Хорошая пригодность для регулярного мониторинга
Неполная входная информация и помехи	Может отфильтровывать шум и обрабатывать неполную входную информацию	Плохая пригодность к фильтрации шума и обработке неполной входной информации

Окончание таблицы А.1

Характеристики функционирования системы человек—машина	Характеристики человека и машины	
	Человек	Машина
Обработка информации		
Каналы и возможности обработки	Ограниченное количество сенсоров и каналов поступления, ограниченные возможности параллельной обработки	Количество каналов поступления информации и датчиков соответствует установленным требованиям
Стратегическое и тактическое планирование, организация, принятие решений	Хорошо пригоден, ошибки возможны из-за использования некорректных моделей реальности и стрессовых ситуаций	Плохая пригодность
Индукция и обобщение	Может принимать индуктивные решения в неизвестной ситуации, может обобщать	Небольшие или плохие возможности для индукции и обобщения
Память	Плохая кратковременная память, хорошая долговременная память, нет переполнения, свойство селективного запоминания, возможна потеря информации, информация в памяти может изменяться	Хорошая кратковременная и долговременная память, как правило, нет потери информации, информация не меняется
Стабильность работы	Функциональные характеристики могут меняться в зависимости от наличия стрессовых ситуаций, состояния усталости и т.п.	Хорошая стабильность работы
Повторяемость и монотонность задач	Не пригоден из-за ограниченности и ослабления состояния активного внимания при монотонной работе, переутомлении и в стрессовых ситуациях	Хорошая пригодность
Выход		
Физические возможности	Биологически ограниченные физические возможности	Возможности соответствуют установленным требованиям
Скорость	Биологически ограниченная скорость, небольшое количество выходных информационных каналов	Возможна высокая скорость
Точность	Высокие моторные навыки, но ограничена доступная точность	Точность соответствует установленным требованиям, высокая точность достигается за счет высоких затрат
Внешняя среда		
Внешние условия	Хорошо работает в нормальных условиях, но требует больших затрат для принятия защитных мер в экстремальных условиях	Может работать в специфических окружающих условиях
Техническое обслуживание и материальное обеспечение	Небольшие затраты в нормальных окружающих условиях, но требуются средства удовлетворения человеческих нужд, не требует технического обслуживания, самовосстановление	Требуется энергетическое и материальное снабжение, техническое обслуживание и ремонт

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
EN 418—1992	IDT	ГОСТ Р 51336—99 Безопасность машин. Установки аварийного выключения. Функции. Принципы проектирования
ИСО 9355-2:1999	IDT	ГОСТ Р ИСО 9355-2—2009 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи
ИСО 9355-3:2006	—	*
ИСО 9241-110:2006	IDT	ГОСТ Р ИСО 9241-110—2009 Эргономика взаимодействия человек—системы. Часть 110. Принципы организации диалога
EN 614-1—1995	IDT	ГОСТ Р ЕН 614-1—2003 Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы

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

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

- IDT — идентичные стандарты.

УДК 331.41:006.354 ОКС 13.180 Э65

Ключевые слова: эргономика, оператор, устройства отображения информации, психофизические характеристики человека, долговременная память, кратковременная память, системы человек—машина

Редактор *И.В. Меньших*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *Т.И. Кононенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 12.04.2010. Подписано в печать 28.04.2010. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 104 экз. Зак. 353.

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

gost.e-ecolog.ru