ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ ИСО 13849-1-2005

Безопасность машин

ЭЛЕМЕНТЫ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 1

Общие принципы конструирования

Бяспека машын

ЭЛЕМЕНТЫ БЯСПЕКІ СІСТЭМ КІРАВАННЯ

Частка 1

Агульныя прынцыпы канструявання

(ISO 13849-1:1999, IDT)

Издание официальное

53 12-2004



Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 62-78(083.74)(476) МКС 13.110 КП 03 IDT

Ключевые слова: безопасность машин, системы управления, элементы безопасности, конструирование, общие принципы

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации.

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

ВНЕСЕН отделом стандартизации Госстандарта Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 17 августа 2005 г. № 38

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 13849-1:1999 «Safety of machinery. Safety-related parts of control systems. Part 1. General principles for design» (ИСО 13849-1:1999 «Безопасность машин. Элементы безопасности систем управления. Часть 1. Общие принципы конструирования»).

Настоящий стандарт разработан техническим комитетом СЕН/ТК 199 «Безопасность машин».

Перевод с английского языка (de).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и стандартов, на которые даны ссылки, имеются в БелГИСС.

Сведения о соответствии международных стандартов, на которые даны ссылки, государственным стандартам, принятым в качестве идентичных государственных стандартов, приведены в дополнительном приложении Е.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

Введение ... IV
1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 2
4 Общие положения ... 3
4.1 Цели безопасности при конструировании ... 3
4.2 Общие принципы конструирования ... 3
4.3 Выбор и разработка мероприятий по безопасности ... 4
4.4 Эргономические принципы ... 6
5 Характеристика функций безопасности ... 6
5.1 Общие положения ... 6
5.2 Функция остановки ... 9
5.3 Функция аварийной остановки ... 9
5.4 Ручной возврат ... 9
5.5 Пуск и повторный пуск ... 10
5.6 Реагирование системы ... 10
5.7 Параметры элементов безопасности ... 10
5.8 Функция локального управления ... 10
5.9 Приостановка ... 10
5.10 Ручная остановка функции безопасности ... 10
5.11 Неустойчивые явления, отключение и восстановление источников питания ... 11
6 Категории ... 11
6.1 Общие положения ... 11
6.2 Технические условия для категорий ... 11
6.3 Выбор элементов безопасности и использование их в разных категориях ... 15
7 Анализ неисправностей ... 16
7.1 Общие положения ... 16
7.2 Исключение неисправностей ... 16
8 Валидация ... 16
8.1 Общие положения ... 16
8.2 План валидации ... 16
8.3 Валидация анализом ... 17
8.4 Валидация испытаниями ... 17
8.5 Отчет о валидации ... 17
9 Техническое обслуживание ... 18
10 Информация для потребителя ... 18
Приложение А (справочное) Анкета, используемая в процессе конструирования ... 19
Приложение В (информационное) Руководство по выбору категорий ... 21
Приложение С (справочное) Примеры наиболее часто встречающихся отказов и неисправностей, проявляющихся при применении различных технологий ... 24
Приложение D (справочное) Взаимосвязь между безопасностью, надежностью и работоспособностью машин ... 25
Библиография ... 26
Приложение Е (информационное) Сведения о соответствии международных стандартов, на которые даны ссылки, государственным стандартам, принятым в качестве идентичных государственных стандартов ... 28

Введение

Настоящий стандарт устанавливает требования безопасности и общие принципы для конструирования элементов безопасности систем управления. Цель его разработки – предоставить разработчикам стандартов типа С основу, согласно которой дается объективная оценка конструированию и функционированию элементов безопасности систем управления машин, например третьей стороной, собственными (внутренними) средствами или независимым испытательным органом.

Международный стандарт ИСО 13849-1:1999 разработан на основе европейского стандарта ЕН 954-1:1996, требований Директивы ЕС по машиностроению и правил Европейской ассоциации свободной торговли (ЕАСТ).

Настоящий стандарт – один из комплекса стандартов по безопасности машин.

ИСО 13849 состоит из следующих частей, имеющих общее название «Безопасность машин. Элементы безопасности систем управления»:

Часть 1. Общие принципы конструирования

Часть 2. Валидация

Часть 100. Руководство по использованию и применению ИСО 13849-1.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Безопасность машин
ЭЛЕМЕНТЫ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
Часть 1. Общие принципы конструирования

Бяспека машын
ЭЛЕМЕНТЫ БЯСПЕКІ СІСТЭМ КІРАВАННЯ
Частка 1. Агульныя прынцыпы канструявання

Safety of machinery.
Safety-related parts of control systems.
Part 1. General principles for design

Дата введения 2006-03-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования безопасности и общие принципы конструирования элементов безопасности систем управления. Стандарт определяет категории и дает характеристики функциям безопасности, включая программируемые системы для любых машин и их защитных устройств.

Стандарт распространяется на любые элементы безопасности систем управления, независимо от вида используемой энергии, например электрической, гидравлической, пневматической, механической. Он не устанавливает, какие функции безопасности и какие категории должны применяться в каждом конкретном случае.

Настоящий стандарт распространяется на все машины производственного и непроизводственного назначения, а также применим для элементов безопасности систем управления в других технических целях.

2 Нормативные ссылки

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

ИСО 7731:1986 Сигналы опасности на рабочих местах. Звуковые сигналы опасности

ИСО 11428:1996 Эргономика. Визуальные сигналы опасности. Общие требования, конструкция и испытания

ИСО 11429:1996 Эргономика. Система слуховой и визуальной сигнализации об опасности и информационные сигналы

ИСО/ТО 12100-1:1992 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика

ИСО/ТО 12100-2:1992 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования

ИСО 13850:1996 Безопасность машин. Аварийный останов. Принципы конструирования

ИСО 14118:2000 Безопасность механизмов. Предотвращение внезапного запуска

ИСО 14121:1999 Безопасность машин. Принципы оценки риска

МЭК 60050 (191):1990 Международный электротехнический словарь. Глава 191: Надежность и качество услуг

МЭК 60204-1:1992 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

МЭК 60447:1993 Основные принципы и правила безопасности для взаимодействия «человек-машина», маркировки и идентификации. Принципы приведения в действие

Издание официальное

МЭК 60529:1989 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP Code)

МЭК 60721-3-0:1984+А1:1987 Классификация условий окружающей среды. Часть 3-0. Классификация групп параметров, относящихся к окружающей среде, и степени их суровости. Введение

ЕН 292-2:1991/А1:1995 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования (изменение 1)

ЕН 614-1:1995 Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы

ЕН 982:1996 Безопасность оборудования. Требования безопасности к гидравлическим и пневматическим системам и их компонентам. Гидравлика

ЕН 983:1996 Безопасность оборудования. Требования безопасности к гидравлическим и пневматическим системам и их компонентам. Пневматика

ЕН 999:1998 Безопасность машин. Позицирование защитных устройств с учетом скорости приближения частей тела человека

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины с соответствующими определениями по ИСО/ТО 12100-1, МЭК 60050 (191):

3.1 Элемент безопасности системы управления (safety-related part of a control system): Элемент или его компонент(ы) в системе управления, который(е) реагирует(ют) на входные сигналы и вырабатывает(ют) безопасные выходные сигналы.

Примечание – Комбинированные элементы безопасности начинают действовать в точках, где возникают сигналы, имеющие отношение к безопасности, и заканчивают на выходе силовых управляющих элементов (ИСО/ТО 12100-1, приложение А). Они также применяются в системах контроля.

3.2 Категория (category): Классификация элементов безопасности системы управления по их устойчивости к неисправностям и их последующему поведению в неисправном состоянии.

Примечание – Такое поведение достигается за счет структурной схемы расположения элементов и (или) их надежности.

3.3 Безопасность систем управления (safety of control systems): Способность элементов безопасности системы управления выполнять свои функции безопасности в течение определенного времени в соответствии с их заданной категорией.

3.4 Неисправность (fault): Состояние технического объекта (элемента), характеризуемое его неспособностью выполнять требуемую функцию, исключая периоды профилактического технического обслуживания или другие планово-предупредительные действия или непреднамеренные экстремальные причины, связанные с производственными условиями.

Примечание 1 – Неисправность часто является следствием отказа самих отдельных объектов, но возникает независимо от обстоятельств.

Примечание 2 – Английский термин «fault» и его определение идентичны данному в МЭК 60050 (191):1990, IEV 191-05-01. В машиностроении применяют французский термин «defaut» или немецкий термин «Fehler», так же как термины «panne» и «Fehlzusstand», отражающие вышеуказанное определение.

3.5 Отказ (failure): Нарушение способности технического объекта (элемента) выполнять требуемую функцию.

Примечание 1 – После отказа технический объект находится в неисправном состоянии.

Примечание 2 – «Отказ» является событием в отличие от «неисправности», которая является состоянием.

Примечание 3 – Это понятие как определение не применяется к отдельным объектам, состоящим только из программного обеспечения.

[МЭК 60050 (191), IEV 191-04-01].

Примечание 4 – На практике термины «отказ» и «неисправность» часто применяют как синонимы.

3.6 Функция безопасности системы управления (safety function of a control system): Функция, включаемая входным сигналом и обрабатываемая элементами безопасности системы управления, которые позволяют машине (как и системе управления) достичь безопасного состояния.

3.7 Приостановка (muting): Временное автоматическое прекращение действия функции безопасности, выполняемой элементами безопасности системы управления.

3.8 Ручной возврат (manual reset): Функция элементов безопасности системы управления, необходимая для ручного восстановления заданных функций безопасности перед повторным пуском машины.

4 Общие положения

4.1 Цели безопасности при конструировании

Элементы безопасности систем управления, обеспечивающие функции безопасности, должны быть разработаны и сконструированы таким образом, чтобы полностью были учтены требования ИСО 14121:

– для всего предполагаемого срока службы и прогнозируемых отказов;

– при возникновении неисправностей;

– когда совершаемые оператором ошибки являются прогнозируемыми и совершаются во время эксплуатации машиной.

4.2 Общие принципы конструирования

Для каждого элемента безопасности системы управления, исходя из оценки риска машины (см. ИСО 14121), должны предприниматься конструктивные меры, направленные на сокращение опасностей (см. приложение В). Но даже предпринятые меры не всегда могут охватить все опасности, возникающие при управлении машинами, например, если взять механический пресс или стиральную машину, где при применении определенных функций безопасности риск можно снизить только частично. Примером таких функций является функция остановки, выполняемая путем использования автоматического предохранительного устройства механического пресса, или функция блокирования двери стиральной машины.

Основная цель конструирования элементов безопасности системы управления – это обеспечение возможности вырабатывания ими выходных сигналов, направленных на снижение риска, указанного в ИСО 14121. Но это не всегда возможно, и в таких случаях разработчик должен принимать другие меры безопасности. Порядок действий по снижению риска приведен в ИСО/ТО 12100-1:1992 (раздел 5).

Конструктивный выбор категорий и других характерных особенностей, например физических свойств, применяемой изоляции для элементов безопасности будет зависеть от их возможностей, направленных на сокращение риска, усовершенствование конструкции и технологии. В технической документации разработчик должен указать:

– какие категории при конструировании должны использоваться в качестве преимущественных;

– точное расположение мест, в которых начинают и заканчивают свое действие элементы безопасности;

– обоснование разработки для выбора категорий на стадии конструирования (например, выявление неисправностей и их исключение).

Чем больше зависимость снижения риска от элементов безопасности системы управления, тем выше должна быть способность этих элементов оказывать сопротивление появлению неисправностей. Способность элементов безопасности оказывать сопротивление появлению неисправностям – это подтверждение работоспособности функции, которая может быть частично определена значениями надежности и стойкости к неисправностям. Надежность и стойкость содействуют способности элементов безопасности противостоять возникновению неисправностей. Заданная стойкость к неисправностям может быть достигнута путем установления уровня надежности и (или) усовершенствования конструкции элементов безопасности. Уровень надежности и конструкция могут изменяться в зависимости от используемой технологии. Например, это возможно для одноканальных элементов безопасности, когда при использовании одной технологии высокий уровень надежности обеспечивается постоянной или довольно высокой стойкостью к неисправностям, а при другой технологии отказоустойчивость конструкции может быть меньшей надежности.

Примечание – Чем выше стойкость к неисправностям элементов безопасности системы управления, тем ниже вероятность того, что эти элементы выйдут из строя при выполнении необходимых функций безопасности.

Надежность и безопасность – это не одно и то же (приложение D). Например, существует вероятность, что безопасность системы с неиспытанными элементами более совершенной конструкции будет выше, чем безопасность системы, имеющей испытанные элементы более упрощенной конструкции. Это важно, потому что в некоторых случаях безопасности отдается приоритет независимо от достигнутого уровня надежности, например, когда последствия отказа являются достаточно серьезными и, как правило, необратимыми. В таких случаях после проявления одной, двух или более неисправностей в соответствии с оценкой риска должна быть предусмотрена система обнаружения неисправностей, обеспечиваемая необходимой функцией безопасности.

В настоящем стандарте не учитываются показатели надежности для сложных конструкций в тех случаях, когда безопасность преимущественно достигается за счет совершенствования структуры элементов безопасности. Для менее сложных конструкций, где надежность элементов является необходимым показателем безопасности и учитывается при снижении общего риска.

Для применения конструкций с небольшим риском разрабатываются мероприятия по устранению неисправностей; для применения конструкций с более высоким риском необходимо совершенствование структуры элементов безопасности систем управления, которое должно быть обеспечено мерами по обнаружению, допущению или исключению неисправностей. На практике – это автоматический контроль, резервирование, применение разнесения (ИСО/ТО 12100-2:1992, раздел 3, ЕН 292-2:1991/А1:1995, приложение А и МЭК 60204-1:1992, пункт 9.4).

Отказоустойчивость элементов безопасности системы управления зависит от многих факторов, включая, например:

– надежность в отношении выполнения функций безопасности;
– конструкцию (или структуру) системы управления;
– полноту содержания требований безопасности в документации;
– полное техническое обеспечение;
– конструирование, изготовление и техническое обслуживание;
– качество и соответствие программного обеспечения;
– проведение необходимых испытаний;
– эксплуатационные характеристики машины или ее органа, осуществляющего управление.

Эти факторы можно разделить на три характерные группы:

a) надежность технического обеспечения: уровень надежности элементов влияет на появление неисправностей;

b) структура системы: расположение элементов безопасности системы должно быть таким, чтобы заранее не допустить или обнаружить и исключить неисправности;

c) качественные аспекты, которые влияют на поведение элементов безопасности систем управления.

4.3 Выбор и разработка мероприятий по безопасности

4.3.1 Общие положения

В настоящем разделе рассматривают процедуру выбора и разработки мероприятий по безопасности для элементов системы управления. Необходимо установить взаимодействие между элементами безопасности системы управления и другими частями машины. Затем следует установить влияние элементов безопасности системы управления на снижение риска в пределах оценки риска, установленной для машины в соответствии с ИСО 14121.

Так как может быть много путей для снижения риска, а также много способов конструирования элементов безопасности системы управления, этот процесс является итеративным (повторяющимся). Решения и (или) предложения на более позднем этапе процесса могут оказывать влияние на решения и (или) предложения на более раннем его этапе. Это также дает возможность проведения проверок на любом этапе процесса. Такие проверки являются необходимыми для валидации, гарантирующими, что полученные показатели безопасности соответствуют заданным в технических условиях.

Схема процесса конструирования элементов безопасности системы управления приведена на рисунке 1. Важные решения, которые должны быть приняты во внимание в процессе конструирования, представлены как вопросы анкеты в приложении А. Этими вопросами определяется последовательность принятия решений при разработке элементов безопасности. Не все вопросы используются при конструировании, в определенных случаях используются дополнительные вопросы.

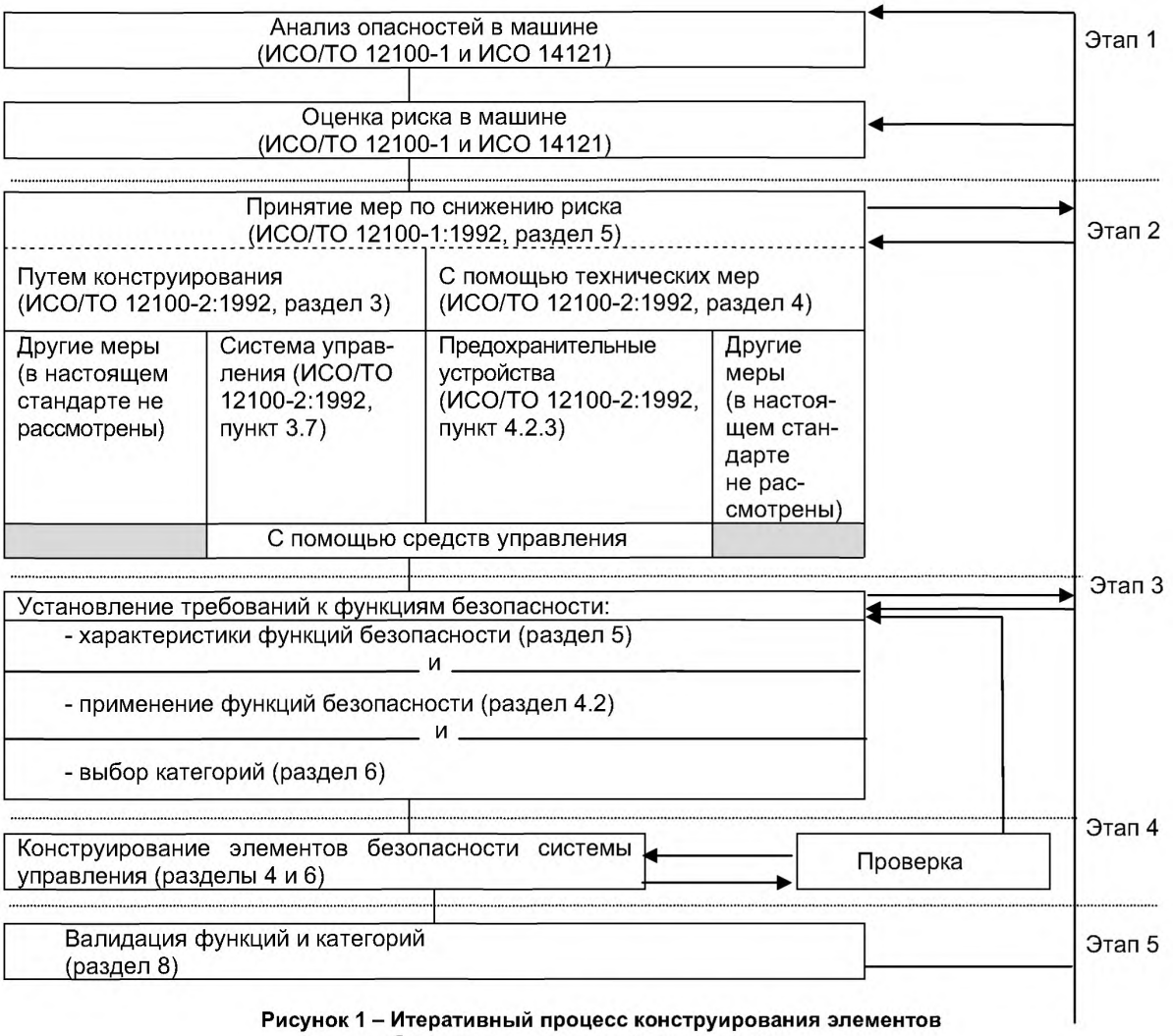


Рисунок 1 – Итеративный процесс конструирования элементов безопасности системы управления

4.3.2 Этап 1. Анализ опасностей и оценка риска

Для определения опасностей при эксплуатации машины во всех режимах и на каждой стадии ее срока службы следует руководствоваться требованиями ИСО/ТО 12100-1 и ИСО 14121.

Оценка риска, возникающего от установленных опасностей, и принятие соответствующих мер о снижении риска для заданного применения согласно ИСО/ТО 12100-1 и ИСО 14121.

4.3.3 Этап 2. Принятие мер по снижению риска с помощью средств управления

Принятие конструктивных решений для машины и (или) обеспечение мерами безопасности ведут к снижению риска. Те элементы системы управления которые как неотъемлемая часть соответствуют конструктивным решениям и (или) регулируют меры безопасности, должны рассматриваться как элементы безопасности.

4.3.4 Этап 3. Установление требований к функциям безопасности системы управления

В системе управления должны быть установлены функции безопасности (раздел 5). Таблица 1 дает общее представление о функциях безопасности и их характеристиках, которые должны быть включены при выборе необходимой функции безопасности.

На данном этапе следует установить, каким образом должны выполняться функции безопасности и выбираться категории для каждого элемента безопасности системы управления (раздел 6).

4.3.5 Этап 4. Конструирование

Конструирование элементов безопасности системы управления следует проводить в соответствии с требованиями, установленными на этапе 3, и общими принципами конструирования согласно 4.2. Необходимо перечислить особенности конструкции, обеспечивающие логическое обоснование принятым категориям.

На каждом этапе конструирования элементов безопасности должна проводиться проверка, обеспечивающая выполнение требований, установленных к функциям безопасности и категориям.

4.3.6 Этап 5. Валидация

Валидацию следует проводить для подтверждения установленных требований к функциям безопасности и категориям согласно этапу 3.

Валидации элементов безопасности системы управления необходимо проводить для всех систем управления машиной. Требования к проведению такой валидации не входят в область применения настоящего стандарта, но они должны быть заданы конструктором машины или определены соответствующим стандартом по безопасности типа С.

При конструировании элементов безопасности программируемых электронных систем управления необходимо использовать другую методику (8.4.2). Эта методика находится на рассмотрении (см. [5]).

Примечание 1 – В настоящее время в ситуациях, когда значительная опасность может возникать вследствие неправильных действий системы управления, трудно дать гарантии о правильном функционировании программируемого электронного оборудования, единственный канал которого не подлежит строгому контролю. До тех пор пока не будет решена эта проблема, не следует полагаться на правильную работу такого одноканального устройства (МЭК 60204-1:1992, 12.3.5).

4.4 Эргономические принципы

Элементы безопасности, взаимодействующие в системе «человек – машина» должны проектироваться и устанавливаться так, чтобы никто не подвергался опасности при всех режимах запланированного использования и возможных случаях неправильного использования машины (ИСО/ТО 12100-2, МЭК 60204-1:1992 (раздел 10), МЭК 60447:1993 (раздел 2), ЕН 614-1, ЕН 894-1, ЕН 894-2, пр ЕН 894-3 и пр ЕН 1005-3).

Соблюдение принципов эргономики при конструировании элементов безопасности служит повышению безопасности за счет уменьшения стрессовых нагрузок и физических усилий оператора, что улучшает производительность и надежность работы. Для соблюдения эргономических принципов следует применять требования безопасности, указанные в ИСО/ТО 12100-2:1992, пункт 3.6.

5 Характеристика функций безопасности

5.1 Общие положения

Настоящий раздел характеризует функции безопасности (см. ИСО/ТО 12100-1:1992, пункт 3.13), которые должны быть обеспечены элементами безопасности системы управления. Разработчик стандарта типа С должен сделать выбор необходимых функций, применение которых обеспечит требуемую безопасность в системе управления.

Перечень типовых функций безопасности и некоторые их характеристики приведены в таблице 1 с ссылками на стандарты, которые характеризуют эти функции более подробно. Для каждой функции безопасности указываются ссылки на те разделы (пункты) стандартов, которые приведены в разделе 2. Разработчик стандарта типа С должен гарантировать, что требования, установленные в ссылочных стандартах к функциям безопасности, выполняются. В настоящем разделе дополнительно приводятся более подробные требования, характеризующие функции безопасности.

При необходимости характеристики функций должны быть адаптированы для применения с разными источниками питания.

Таблица 1 – Международные и европейские стандарты, содержащие требования к характеристикам функций безопасности

Функции безопасности, свойства	Требования					Дополнительная информация[1)]
	ИСО 13849-1:1999	ИСО/ТО 12100		ЕН 292-:1991/ А1:1995, приложение А	других стандартов	
		Часть 1:1992	Часть 2:1992			
Определения	3	3			МЭК 60204-1:1992 (раздел 3)	МЭК 60335-1:1994 (раздел 2)
Общие принципы конструирования	4.2		3	1.2.1 1.2.2 1.2.7 1.5.4	МЭК 60204-1:1992 (пункт 9.4)	МЭК 60335-1:1994 (раздел 22); ИСО 10218:1992 (разделы 5 и 6); ИСО 11161:1994 (раздел 5)
Эргономические принципы	4.4	4.9	3.6, 3.7.8a	1.2.2	МЭК 60204-1:1992 (раздел 10)	ИСО 10218:1992 (пункт 6.2); ИСО 11161:1994 (пункт 4.6)
Функция остановки	5.2		3.7.1, 3.7.8b	1.2.4, 1.3.5	МЭК 60204-1:1992 (пункты 9.2.2, 9.2.5.3)	МЭК 60335-1:1994 (пункт 7.12); ИСО 11161:1994 (пункт 5.11)
Функция аварийной остановки	5.3		6.1.1	1.2.4	ИСО 13850; МЭК 60204-1:1992 (пункт 9.2.5.4)	ИСО 10218:1992 (пункты 6.4.2, 7.2.5); ИСО 11161:1994 (пункт 5.11.2)
Ручной возврат	5.4			1.2.4	МЭК 60204-1:1992 (пункты 9.2.5.3, 9.2.5.4)	ИСО 10218:1992 (пункты 6.4.2, 6.4.3, 7.6); ИСО 11161:1994 (пункт 6.4.3)
Пуск и повторный пуск	5.5		3.7.1, 3.7.2	1.2.3 1.3.5	МЭК 60204-1:1992 (пункты 9.2.1, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.6)	ИСО 10218:1992 (пункты 6.10, 7.2.5, 7.3.1, 9.3.4)
Реагирование системы	5.6				ЕН 999:1998 (пункты 3.2, А.3, А.4)	
Параметры элементов безопасности	5.7		3.7.9e		МЭК 60204-1:1992 (пункты 7.1, 9.3.2, 9.3.4)	ИСО 10218:1992 (пункт 4.2); МЭК 60335-1:1994 (пункт 11.8)
Функция локального управления	5.8		3.7.9 3.7.10			ИСО 10218:1992 (пункт 3.2.9, 7.2.6); ИСО 11161:1994 (пункты 3.13, 4.5, 5.9, 6.2)
Приостановка	5.9					
Ручная остановка функции защиты	5.10		3.7.10 4.1.4	1.2.5	МЭК 60204-1:1992 (пункт 9.2.4)	ИСО 10218:1992 (пункт 6.10); ИСО 11161:1994 (пункт 5.8)

Продолжение таблицы 1

Функции безопасности, свойства	Требования					Дополнительная информация[1)]
	ИСО 13849-1:1999	ИСО/ТО 12100		ЕН 292-:1991/ А1:1995, приложение А	других стандартов	
		Часть 1:1992	Часть 2:1992			
Неустойчивые явления, отключение и восстановление источников питания	5.11		3.7.8 e	1.2.6 1.5.3	МЭК 60204-1:1992 (пункты 4.3, 7.1, 7.5)	
Программируемые электронные системы			3.7.7		МЭК 60204-1:1992 (пункт 12.3)	МЭК 61508
Непреднамеренный пуск			3.7.2	1.2.3 1.2.6 1.2.7	ИСО 14118; МЭК 60204-1:1992	
Сигналы и устройства предупреждения			3.6.7 5.3	1.2.2 (перечисления 4, 6) 1.7.0 1.7.1	ИСО 7731; ИСО 11428; ИСО 11429; МЭК 60447 (пункты 10.4, 11.3)	ИСО 11161:1994 (пункт 5.6)
Извлечение и освобождение заблокированных людей			6.1.2	1.2.2 абз. 5.6		
Электрическое оборудование		3.9		1.5.1 1.5.7	МЭК 60204-1:1992	
Снабжение электроэнергией				1.5.1	МЭК 60204-1:1992 (пункт 4.3)	
Другие виды энергоснабжения				1.5.3	ЕН 982:1992 (пункт 5.1.4); ЕН 983:1992 (пункт 5.1.4)	
Защита и изоляция					МЭК 60204-1:1992 (пункт 13.4); МЭК 60529	
Пневматическое и гидравлическое оборудование			3.8	1.5.3	ЕН 982 ЕН 983	
Отключение энергии и разъединение			6.2.2	1.6.3	ИСО 14118; МЭК 60204-1:1992 (пункты 5.3, 6.3.1)	
Условия окружающей среды и условия эксплуатации			3.7.11		МЭК 60204-1:1992 (пункт 4.4)	ИСО 10218:1992 (пункт 6.9); ИСО 11161:1994 (пункты 4.3, 4.5)
Виды режима и выбор режима			3.7.9 3.7.10	1.2.5	МЭК 60204:1992 (пункт 9.2.3)	ИСО 10218:1992, пункт 6.10
Взаимодействие/соединение				1.5.4 1.6.1 абз. 3	МЭК 60204-1:1992 (пункты 9.1.4, 11, 15.4)	

Окончание таблицы 1

Функции безопасности, свойства	Требования					Дополнительная информация[1)]
	ИСО 13849-1:1999	ИСО/ТО 12100		ЕН 292:1991/ А1:1995, приложение А	других стандартов	
		Часть 1:1992	Часть 2:1992			
Взаимодействие различных элементов безопасности системы управления			3.7.5e		МЭК 60204-1:1992 (пункт 9.3.4)	
Взаимодействие человека и машины			3.6.6 3.6.7	1.2.2	МЭК 60204-1:1992 (раздел 10); МЭК 60447	

[1)] Ссылки на стандарты следует рассматривать как вспомогательную информацию для разработчика, которая не является частью требований настоящего стандарта.

5.2 Функция остановки

Дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее:

a) функция остановки, включаемая предохранительным устройством, должна сразу после его срабатывания переводить машину в безопасное состояние. Такая остановка должна пользоваться приоритетом перед рабочей остановкой машины;

b) при совместной работе группы машин в согласованном режиме необходимо предусмотреть подачу сигнала о состоянии остановки в диспетчерское управление и (или) на другие машины.

Примечание – Такая остановка может вызывать проблемы с эксплуатацией и возможность повторного пуска, например при работе электродуговой сваркой. В некоторых случаях такая остановка может быть связана с рабочей функцией остановки машины, чтобы уменьшить ее риск.

5.3 Функция аварийной остановки

Дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее:

a) при совместной работе группы машин в согласованном режиме элементы безопасности должны иметь устройство подачи сигнала для аварийной остановки во все части такой скоординированной системы;

b) в случаях, когда части системы четко разделены, например защитными ограждениями или по местоположению, не всегда есть необходимость в применении аварийной остановки во всей системе, а только в ее определенных частях, имеющих опасности при оценке риска;

c) аварийная остановка одной из частей системы не должна вызывать опасности ее взаимодействия с другими частями системы.

5.4 Ручной возврат

Дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее:

a) после подачи через предохранительное устройство команды «Стоп» состояние остановки должно поддерживаться до тех пор, пока не будет приведено в действие устройство ручного возврата и не будут созданы безопасные условия для повторного пуска;

b) при восстановлении безопасной функции управления предохранительное устройство отменяет команду «Стоп». Отмена команды «Стоп» должна быть подтверждена вручную, отдельным и преднамеренным действием (ручным возвратом), если на то указывает оценка риска;

c) функция ручного возврата:

– должна быть обеспечена отдельным и управляемым устройством с элементами безопасности системы управления;

– должна выполняться в случае, если действуют все функции безопасности и предохранительные устройства. Если это невозможно, то функция выполняться не должна;

– не должна сама инициировать движение или создавать опасную ситуацию;

– должна включаться преднамеренным действием;

– должна находиться в системе управления для приема отдельной команды «Стоп»;

– должна приниматься только путем срабатывания исполнительного механизма, находящегося в положении «выключено» (OFF);

d) категория элементов безопасности, обеспечивающих функцию ручного возврата, должна выбираться таким образом, чтобы включение этой функции не уменьшало необходимую безопасность, которая обеспечивается соответствующей функцией;

e) исполнительный механизм возврата должен находиться за пределами опасной зоны и в безопасном положении, из которого хорошо видно, что в пределах опасной зоны никого нет.

5.5 Пуск и повторный пуск

Дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее:

a) повторный пуск должен осуществляться только в том случае, если опасная ситуация больше не существует (ИСО/ТО 12100-2:1992, пункт 4.2.2.5);

b) требования к пуску и повторному пуску должны также применяться к машинам, которые имеют дистанционное управление.

5.6 Реагирование системы

Дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее:

a) согласно оценке риска элементов безопасности системы управления, конструктор или поставщик должны указывать время от срабатывания датчиков до приведения машины в безопасное состояние (время реагирования системы (см. раздел 10).

Примечание – Время реагирования системы управления входит в общее время реагирования машины. Длительность общего времени реагирования машины может влиять на безопасность конструкции, например вызывать необходимость обеспечения системой торможения.

5.7 Параметры элементов безопасности

Дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее:

a) система управления должна инициировать соответствующие действия, например включение команды «Стоп», сигнала предупреждения, аварийного сигнала, в случае когда параметры элементов безопасности, такие как расположение, скорость, температура, давление, отклоняются от заданных параметров;

b) система контроля параметров, например установленных пределов, формата и (или) логических входных значений, должна быть обеспечена элементами безопасности системы управления, которые должны реагировать на ошибки при вводе данных в программируемые электронные системы, чтобы не возникала опасная ситуация.

5.8 Функция локального управления

При локальном управлении машиной, например с помощью переносного устройства управления или подвесного пульта, дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее:

a) средства для локального управления должны быть расположены за пределами опасной зоны;

b) из внешней зоны локального управления не должны проявляться опасные явления;

c) переключение локального и внешнего управлений, например на дистанционном пульте, не должно создавать опасных ситуаций.

5.9 Приостановка

Приостановка не должна приводить к опасным для человека ситуациям.

Во время приостановки должны быть обеспечены безопасные условия.

Во время приостановки должны быть восстановлены все функции элементов безопасности системы управления.

Категория элементов безопасности, выполняющих функцию приостановки, должна выбираться таким образом, чтобы включение ее не уменьшало необходимую безопасность.

В некоторых случаях требуется сигнальное оповещение, указывающее на приостановку.

5.10 Ручная остановка функции безопасности

Если необходимо остановить функцию безопасности, например при установке, наладке, техническом обслуживании, ремонте, применяется ручная остановка ее и дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должны применяться следующие требования:

a) должны быть предусмотрены эффективные и надежные средства для ручной остановки функции безопасности в режиме эксплуатации;

b) должны быть восстановлены функции элементов безопасности системы управления для продолжения нормальной эксплуатации;

c) элементы безопасности системы управления для ручной остановки функции безопасности должны выбираться с учетом требований, изложенных в ИСО 14121.

В некоторых случаях требуется сигнальное оповещение, указывающее на ручную остановку функции безопасности.

5.11 Неустойчивые явления, отключение и восстановление источников питания

Дополнительно к требованиям, которые приведены в ссылочных стандартах таблицы 1, должно применяться следующее требование:

– если возникают неустойчивые явления, выводящие энергетические уровни за пределы расчетного рабочего диапазона, в том числе внезапное отключение энергоснабжения, то элементы безопасности системы управления должны продолжать выдавать или инициировать передачу выходных сигналов, которые позволяют машинам поддерживать безопасное состояние.

6 Категории

6.1 Общие положения

Элементы безопасности систем управления должны соответствовать требованиям одной или нескольких из пяти категорий, установленных в 6.2. Категории не предназначены для использования их в каком-либо заданном порядке по отношению к требованиям безопасности.

Категории устанавливают необходимое поведение элементов безопасности системы управления в отношении их стойкости к неисправностям на основе принципов, приведенных в 4.2. Возникновение неисправности может повлечь за собой потерю функции безопасности.

Категория B является основной. Для категории 1 повышенная стойкость к неисправностям достигается преимущественно за счет выбора и применения элементов. Для категорий 2 – 4 улучшение рабочих характеристик установленной функции безопасности достигается преимущественно за счет совершенствования конструкции элементов безопасности системы управления. Для категории 2 это обеспечивается посредством периодических проверок, что установленная функция безопасности выполняется. Для категорий 3 и 4 совершенствование структуры обеспечивается за счет гарантии того, что некоторые неисправности не приведут к потере функции безопасности. Для категории 4 и там, где целесообразно для категории 3, такие неисправности могут быть обнаружены заранее. Для категории 4 устанавливается стойкость элементов к накоплению неисправностей.

Метод прямого сопоставления отказоустойчивого поведения между категориями должен применяться при условии, если есть возможность вовремя заменить один из параметров (4.2). Категории с большим порядковым номером обеспечивают большую отказоустойчивость при равных условиях, например при использовании подобных технологий, значений надежности, компонентов, режимов технического обслуживания и условий применения.

Таблица 2 дает общее представление о категориях элементов безопасности систем управления, требованиях и поведении системы в случаях проявления неисправностей.

Если причины отказа элементов принимаются во внимание, возникновение некоторых неисправностей можно исключить (раздел 7).

6.2 Технические условия для категорий

6.2.1 Категория B

Элементы безопасности систем управления должны быть разработаны, сконструированы, выбраны, смонтированы и соединены в соответствии со стандартами при использовании основных принципов безопасности для конкретного применения так, чтобы они могли выдерживать:

– ожидаемые эксплуатационные нагрузки, например усилие и частоту торможения;

– влияние на применяемый материал, например стойкость деталей стиральной машины к воздействию моющих средств;

– другие соответствующие внешние воздействия, например механическую вибрацию, внешние поля, прерывание электропитания или помехи.

Практически нет специальных мер безопасности к элементам, соответствующим категории В.

Примечание – Возникновение неисправности может привести к потере функции безопасности. Для выполнения требований ЕН 292-2:1991/А1:1995 (приложение А) могут потребоваться дополнительные меры, которые не предусмотрены для элементов безопасности системы управления.

6.2.2 Категория 1

6.2.2.1 Общие положения

Следует применять требования категории В и нижеприведенное требование.

Элементы безопасности системы управления, которым присвоена категория 1, разрабатывают и конструируют, используя испытанные элементы и испытанные принципы безопасности.

6.2.2.2 Испытанные элементы

Испытанный элемент безопасности – это элемент, который:

– имел широкое применение, соответствующие успешные результаты в использовании;

– изготовлен и проверен с использованием принципов, которые определяют его пригодность и надежность для безопасного применения.

У некоторых испытанных элементов безопасности определенные неисправности могут быть исключены, потому что известна очень малая частота отказов.

Принятие решения об элементе безопасности как испытанном может зависеть от его конкретного применения.

Примечание – Исключительно для отдельных электронных элементов: нет возможности достичь статуса категории 1.

6.2.2.3 Испытанные принципы безопасности

Испытанными принципами безопасности являются:

– некоторые неисправности, которые предупреждали бы о коротком замыкании;

– снижающие вероятности неисправностей, например завышенные и заниженные параметры компонентов;

– реагирующие на неисправности, например, предохраняющие от размыкания цепи, когда необходимо, чтобы питание было отключено;

– заранее обнаруженные неисправности;

– предостерегающие последствия от неисправностей, например путем заземления оборудования.

Вновь разработанные элементы и принципы безопасности будут считаться эквивалентными испытанным, если они удовлетворяют вышеупомянутым условиям.

Примечание 1 – Вероятность отказа элемента категории 1 ниже, чем категории В. Соответственно потеря функции безопасности менее возможна.

Примечание 2 – Возникновение неисправности может привести к потере функции безопасности. Для выполнения требований приложения А ЕН 292:2:1991/А1:1995 могут потребоваться дополнительные меры, которые не предусмотрены для элементов безопасности системы управления.

6.2.3 Категория 2

Следует соблюдать требования категории В, использовать испытанные принципы безопасности, а также следующие требования:

а) элементы безопасности систем управления категории 2 должны быть разработаны так, чтобы их функции проверялись в системе управления машины через соответствующие интервалы. Проверку функций безопасности следует осуществлять:

– при запуске машины и до возникновения любой опасной ситуации;

– периодически в процессе работы, если оценка риска и характер работы указывают на ее необходимость;

b) проверку можно осуществлять автоматически или вручную. Любая проверка функций безопасности должна:

– давать разрешение на запуск машины в эксплуатацию, если не было обнаружено никаких неисправностей;

– вырабатывать выходной сигнал с соответствующим управляемым действием, если обнаружена неисправность. По возможности выходной сигнал должен обеспечивать безопасное состояние. Если

безопасное состояние невозможно обеспечить (например, при контактной сварке в коммутационном устройстве), то выходной сигнал должен обеспечивать предупреждение об опасности;

c) сама проверка не должна создавать опасную ситуацию. Проверяющие устройства могут быть неотъемлемой частью элементов, обеспечивающих функцию безопасности, или находиться отдельно от них;

d) после обнаружения неисправности до ее устранения должно поддерживаться безопасное состояние.

Примечание 1 – В некоторых случаях невозможно применить категорию 2, потому что нельзя провести проверку функции безопасности всех элементов, например переключателя давления или датчика температуры.

Примечание 2 – Категория 2 реализуется с помощью электронных технологий, например в защитных устройствах и специальных системах управления.

Применение категории 2 допускает, что:

– между проверками могут возникнуть неисправности, которые повлекут за собой потерю функции безопасности;

– потеря функции безопасности обнаруживается при проверке.

6.2.4 Категория 3

Следует соблюдать требования категории B, использовать испытанные принципы безопасности, а также следующие требования:

a) элементы безопасности систем управления категории 3 должны быть разработаны так, чтобы даже одиночная неисправность в любом из этих элементов не приводила бы к потере функции безопасности;

b) если вероятность возникновения неисправностей общего характера является значимой, то их следует принимать во внимание;

c) если установлено практикой, одиночная неисправность выявляется сразу или в последующем процессе эксплуатации, как того требуют функции безопасности.

Примечание 1 – Выявление необходимой одиночной неисправности не означает, что все неисправности будут обнаружены. Следовательно, накопление необнаруженных неисправностей может привести к появлению непреднамеренного выходного сигнала и возникновению опасной ситуации в машине. Типовыми примерами проявления неисправностей на практике являются переключения реле соединенных контактов или контроль избыточных электрических сигналов.

Примечание 2 – При необходимости разработчик стандарта типа C должен более подробно охарактеризовать выявление неисправностей.

Примечание 3 – Понятие «если установлено практикой» означает, что необходимые меры по выявлению неисправностей и степени их реализации зависят, главным образом, от последствий отказов и вероятности возникновения этих отказов в условиях применения. Используемая технология будет влиять на возможность выявления неисправностей.

Применение категории 3 допускает, что:

– при возникновении одиночной неисправности функция безопасности должна выполняться;

– не все неисправности могут быть выявлены;

– накопление необнаруженных неисправностей может привести к потере функции безопасности.

Таблица 2 – Краткое изложение требований для категорий (полное изложение требований см. в разделе 6)

Категория [1]	Краткое изложение требований	Поведение системы [2]	Принципы достижения безопасности
B 6.2.1	Элементы безопасности систем управления и (или) их предохранительные устройства, а также их компоненты должны быть разработаны, сконструированы, выбраны, смонтированы и соединены согласно соответствующим стандартам с тем, чтобы они выдерживали ожидаемые воздействия окружающей среды	Возникновение неисправности может привести к потере функции безопасности	В основном характеризуются выбором элементов безопасности
1 6.2.2	Должны соблюдаться требования категории B. Необходимо использовать испытанные элементы и испытанные принципы безопасности	Возникновение неисправности может привести к потере функции безопасности, но вероятность отказа элемента категории 1 ниже, чем категории B	
2 6.2.3	Должны соблюдаться требования категории B и испытанные принципы безопасности. Функция безопасности в системе управления машины должна проверяться через соответствующие интервалы	Возникновение неисправности может привести к потере функции безопасности между проверками. Потеря функции безопасности обнаруживается в ходе проверки	В основном характеризуются структурой
3 6.2.4	Должны применяться требования категории B и испытанные принципы безопасности. Элементы безопасности должны разрабатываться так, чтобы: – одиночная неисправность в любом из этих элементов не приводила к потере функции безопасности; – одиночная неисправность должна выявляться сразу или в последующем процессе эксплуатации, как того требуют функции безопасности	При возникновении одиночной неисправности функция безопасности всегда будет выполняться. Не все неисправности могут быть выявлены. Накопление необнаруженных неисправностей может привести к потере функции безопасности	
4 6.2.5	Должны применяться требования категории B и испытанные принципы безопасности. Элементы безопасности должны разрабатываться так, чтобы: – одиночная неисправность в любом из этих элементов не приводила к потере функции безопасности; – одиночная неисправность выявлялась сразу или в последующем процессе эксплуатации, как того требуют функции безопасности. Если такое выявление невозможно, то накопление неисправностей не должно приводить к потере функции безопасности	При возникновении неисправностей функция безопасности выполняется всегда. Неисправности будут обнаруживаться своевременно, чтобы предотвратить потерю функции безопасности	

[1] Категории не предназначены для использования в каком-либо заданном порядке или иерархии в отношении требований безопасности.

[2] Оценка риска покажет, является ли приемлемой полная или частичная потеря функции безопасности в результате неисправностей.

6.2.5 Категория 4

Следует соблюдать требования категории В, использовать испытанные принципы безопасности и следующие требования:

а) элементы безопасности систем управления категории 4 должны быть разработаны так, чтобы:

– одиночная неисправность в любом из элементов не приводила к потере функции безопасности;

– одиночная неисправность выявлялась сразу или в последующем процессе эксплуатации, как того требуют функции безопасности, например немедленно при включении или по окончании рабочего цикла машины. Если такое выявление невозможно, то накопление неисправностей не должно приводить к потере функции безопасности;

b) если выявление некоторых неисправностей невозможно, необходимо в течение меньшего времени после случившейся неисправности выявить причины и внести изменения в технологию или схемотехнику, чтобы в дальнейшем неисправности можно было обнаруживать. В этой ситуации не должно быть накопления неисправностей, которые могли бы привести к потере функции безопасности;

c) выявление неисправностей может быть остановлено, если вероятность их дальнейшего возникновения достаточно мала. В этом случае количество выявленных неисправностей в комбинации будет зависеть от технологии, конструкции и применения, но должно достаточно удовлетворять критерию обнаружения.

Примечание – На практике число неисправностей, которые следует выявлять, значительно отличается. Например, в сложных схемах микропроцессора может быть выявлено большее число неисправностей, а для электрогидравлической цепи выявление трех (или даже двух) неисправностей может быть достаточным.

Эти неисправности могут быть ограничены до двух неисправностей в комбинации, когда:

– частота отказов элементов является низкой, и

– отказы в комбинации в значительной степени независимы друг от друга, и

– нарушение функции безопасности случается только при возникновении отказов в определенном порядке;

d) если отказы возникают в дальнейшем как результат первой одиночной неисправности, первая и все последующие неисправности должны рассматриваться как одиночные неисправности.

e) неисправности общего характера должны быть учтены, например использованием специальных процедур для их идентификации.

Примечание – В сложных структурных схемах, например в микропроцессорах, при избытке информации рассмотрение неисправностей, как правило, проводят на структурном уровне, т. е. на основе сборочных единиц.

Применение категории 4 допускает, что:

– при возникновении неисправностей функция безопасности всегда выполняется;

– неисправности будут обнаруживаться своевременно, чтобы предотвратить потерю функции безопасности.

6.3 Выбор элементов безопасности и использование их в разных категориях

Функции безопасности (3.6 и раздел 5) определены согласно процедуре, описанной в 4.3 (рисунок 1, этап 3). Категории следует выбирать согласно 6.2 для всех элементов безопасности системы управления. Разработку и выбор элементов безопасности следует осуществлять в соответствии с требованиями разделов 4 и 5. Функция(и) безопасности может (могут) выполняться одним или несколькими элементами безопасности. На практике для снижения риска может потребоваться выполнение одной или нескольких функций безопасности.

Когда функция безопасности выполняется несколькими элементами безопасности, например датчиками, блоком управления, элементами управления энергопитанием, то эти элементы могут быть отнесены как к одной категории, так и к разным категориям.

Если элементы безопасности относятся к разным категориям и используются для выполнения функции безопасности, то должен быть проведен анализ их применения, который должен быть включен в общий процесс валидации в соответствии с 4.3.6. Проведение анализа может быть упрощено, если элементы безопасности использовались ранее и их категории известны.

Выбор категории для отдельного элемента безопасности системы управления зависит от:

– значения снижения риска, достигнутого функцией безопасности вместе с элементами;

– вероятности возникновения неисправностей в этом элементе;

– риска, возникающего в случае неисправностей в этом элементе;

– возможностей избежать неисправностей в этом элементе;

– используемых технологий.

Дополнительная информация по выбору категорий приведена в приложении В.

7 Анализ неисправностей

7.1 Общие положения

Элементы безопасности должны соответствовать требуемой категории по их способности противостоять неисправностям (4.2). Чтобы оценить эту способность, должны быть рассмотрены неисправности разных видов. К тому же некоторые неисправности могут быть заранее выявлены (7.2).

В приложении С приведены наиболее часто встречающиеся отказы и неисправности, проявляющиеся при применении разных технологий. Перечни неисправностей и методы проведения валидации более подробно изложены в ИСО 13849-2. Но эти перечни, приведенные в приложении С и ИСО 13849-2, не являются привилегированными, и при необходимости должны быть рассмотрены и внесены в него дополнительные неисправности. Для этих случаев должны быть также изложены методы проведения валидации.

Следует учитывать следующие критерии неисправностей:

– если последствием отказа служит выход из строя элементов, то первая неисправность и все последующие должны рассматриваться по одной неисправности;

– последствия отказов рассматриваются как последствие одной неисправности;

– одновременное возникновение двух независимых отказов не рассматривается.

Более подробная информация изложена в ЕН 982, ЕН 983 и МЭК 61496-1.

7.2 Исключение неисправностей

Невозможно оценить элементы безопасности систем управления без исключения определенных неисправностей. Выявление и исключение неисправностей является компромиссным решением между техническими требованиями по безопасности и теоретической вероятностью их возникновения. Они зависят от выбора конструкции, размеров, установки и расположения элементов безопасности. Разработчик должен указать, обосновать и перечислить все выявленные неисправности.

Выявление неисправностей может быть основано на:

– случайном возникновении некоторых неисправностей;

– признании технического опыта, который может быть использован независимо от рассматриваемого применения;

– технических требованиях, установленных для оценки и анализа конкретного риска.

8 Валидация

8.1 Общие положения

Настоящий раздел устанавливает требования по 4.3.6.

Целью процесса валидации является подтверждение соответствия установленных требований к элементам безопасности систем управления общим требованиям безопасности машин. Валидация проводится путем анализа и (или) испытаний функций безопасности и категорий элементов безопасности систем управления в соответствии с планом валидации (8.2).

Конструирование элементов безопасности системы управления должно быть подтверждено проведением валидации. Валидация должна доказывать, что каждый элемент безопасности отвечает:

– всем требованиям заданной категории (раздел 6);

– характеристикам безопасности, заданным для этого элемента и вытекающим из рационального конструирования.

Валидация элементов безопасности должна содержать следующее:

a) выбор стратегии (план валидации);

b) руководство по проведению валидации (технические условия на проведение анализа, испытаний, методика проведения анализа, испытаний);

c) заключительную документацию (аудиторские отчеты по всем действиям и решениям согласно плану).

Примечание – Руководящие указания по проведению валидации приведены в МЭК 61508.

8.2 План валидации

План валидации должен определять выполнение требований на всех стадиях процесса валидации. Его следует разрабатывать одновременно с конструированием элементов безопасности систем

управления или согласно соответствующим указаниям стандартов типа С. План должен содержать описание всех требований к:

– валидации анализом;

– валидации испытаниями, включая:

a) испытание установленных функций безопасности;

b) испытание установленных категорий;

c) испытания установленных параметров и характеристик в соответствии с окружающей средой.

8.3 Валидация анализом

Валидация анализом необходима для подтверждения достижения снижения риска. Механизм анализа должен включать в себя: перечень неисправностей (раздел 7), анализ «дерева» неисправностей, анализ характера и последствий отказов, анализ критичности отказов, контрольный перечень систематически проявляющихся неисправностей.

8.4 Валидация испытаниями

8.4.1 Испытание установленных функций безопасности

Необходимым этапом является проведение испытаний установленных функций безопасности элементов безопасности систем управления на полное соответствие их заданным характеристикам. Необходимо проверять наличие ошибок и упущений при формировании технических условий в процессе разработки машины.

Цель испытаний функций безопасности заключается в том, чтобы удостовериться, что выходные сигналы, связанные с обеспечением безопасности, являются правильными и логически зависят от входных сигналов. Валидация системы испытаниями должна охватывать все нормальные и прогнозируемые ненормальные условия при статическом и динамическом моделировании, исходящие из оценки риска.

8.4.2 Испытание установленных категорий

Категории устанавливают поведение элементов безопасности в отношении к неисправностям. Испытания должны подтвердить выполнение этого требования. Методика испытаний должна быть выбрана на основе двух критериев: технологии и сложности системы управления. В основном применяют следующие методы:

– анализ;

– испытания по определенной схеме и моделирование неисправностей на испытуемых образцах, в частности в областях риска относительно производительности, установленной при анализе;

– моделирование поведения системы управления, например при помощи аппаратного обеспечения и (или) программного обеспечения.

В некоторых случаях может понадобиться разделение соединенных элементов безопасности на несколько функциональных групп и проведение испытаний на выявление неисправностей в этих группах.

Публикации о программируемых электронных системах приведены в [5].

8.4.3 Испытания установленных параметров и характеристик элементов с учетом условий окружающей среды

Эти испытания должны доказать, что заданные разработчиком параметры и характеристики элементов безопасности обеспечиваются при всех заданных рабочих режимах с учетом определенных условий окружающей среды. Испытания должны быть проведены в предполагаемой механической конструкции с расчетными электрическими параметрами, температурой, влажностью, вибрацией, ударными нагрузками, электромагнитной совместимостью, влиянием обрабатываемых материалов.

При проведении испытаний необходимо учитывать требования соответствующих стандартов, например МЭК 60068, МЭК 60204-1, МЭК 60529, МЭК 60721-3-0:1984+A1:1987, МЭК 61000-4-1.

8.5 Отчет о валидации

После завершения процесса валидации должен быть подготовлен отчет о подтверждении правильного обеспечения безопасности в виде краткого изложения выполненных анализа и испытаний, включая полученные результаты. В этом отчете должны быть указаны:

– все данные проведенных испытаний;

– персонал, отвечающий за проведение испытаний;

– испытательное оборудование (в том числе средства измерения) и приборы для имитации испытаний;

– последствия анализов и испытаний;

– возникающие проблемы и результаты их разрешения;

– результаты валидации.

Полученные результаты должны быть документально подтверждены и занесены в специальную форму.

Примечание – Соблюдение требований 8.5 может оказать содействие изготовителю в завершении работ по техническому конструированию элементов безопасности системы управления.

9 Техническое обслуживание

Профилактическое или внеплановое техническое обслуживание, как правило, необходимо для поддержания заданных рабочих характеристик элементов безопасности. Отклонения от заданных рабочих характеристик со временем могут привести к снижению уровня безопасности или даже к опасной ситуации. Для определения таких отклонений необходимо проводить периодическое техническое обслуживание.

Ремонтопригодность элементов безопасности системы управления должна соответствовать ИСО/ТО 12100-2:1992 (6.2.1) и ЕН 292-2:1991/А1:1995 (приложение А, пункт 1.6). Информация по техническому обслуживанию должна быть в соответствии с ИСО/ТО 12100-2:1992 (пункт 5.5.1).

10 Информация для потребителя

Следует использовать информацию, изложенную в ИСО/ТО 12100-2:1992 (раздел 5) и других документах, например в МЭК 60204-1:1992 (разделы 18 и 19). Информация, являющаяся надежной и безопасной для использования элементов безопасности систем управления, предоставляется потребителю и включает:

– ограничение элементов безопасности в выборе категории(й) и некоторые выявленные неисправности.

Если соответствующая информация по выявлению неисправностей существенна для выбора категории(й) и характеристик безопасности, например при модификации, техническом обслуживании и ремонте, необходимо дать гарантии в обосновании этих неисправностей;

– влияние отклонений от заданных рабочих характеристик на функцию(и) безопасности;

– четкое описание мест сопряжения элементов безопасности систем управления и предохранительных устройств;

– значение времени реагирования системы;

– ограничение эксплуатационных условий (включая условия окружающей среды);

– обозначения и сигналы опасности;

– приостановку и ручную остановку функций безопасности;

– режимы управления;

– техническое обслуживание (раздел 9);

– перечень проверок технического состояния;

– простоту доступа и замены внутренних компонентов;

– средства для удобного и безопасного поиска неисправностей.

Когда предоставляется информация о категории(ях) элементов безопасности систем управления, то необходимо делать ссылки на них следующим образом:

– ИСО/ТО 12100, категория В;

– ИСО/ТО 12100, категория 1;

– ИСО/ТО 12100, категория 2;

– ИСО/ТО 12100, категория 3;

– ИСО/ТО 12100, категория 4.

Приложение А
(справочное)

Анкета, используемая в процессе конструирования

А.1 Какая реакция требуется от элементов безопасности в случае возникновения неисправности?

a) Специальные действия не требуются.
b) Требуется безопасная реакция в пределах определенного времени.
c) Требуется немедленная безопасная реакция.

А.2 В каких элементах безопасности системы управления следует предполагать возникновение неисправности?

a) Только в тех элементах, в которых (по опыту) относительно часто возникают неисправности, например в периферийных датчиках и монтажных схемах.
b) В элементах вспомогательного назначения.
c) Во всех элементах безопасности.

А.3 Необходимо ли рассматривать как случайные, так и систематические неисправности?

А.4 Какие неисправности допускаются в элементах безопасности систем управления?

a) Только неисправности в неиспытанных элементах.

Примечание – Термин «испытанные» применяют не в смысле надежности, а с точки зрения обеспечения безопасности (6.2.2).

b) Неисправности во всех элементах.

А.5 Правильно ли сделан выбор категории в отношении требований по выявлению неисправностей?

a) Обычные требования к выявлению неисправностей.

Примечание 1 – Это означает, что неисправности выявляются относительно простыми методами.

b) Жесткие требования к обнаружению неисправностей.

Примечание 2 – Это означает, что при выявлении большинства неисправностей необходимо использовать технические приемы. Если такое практически нецелесообразно, то необходимо использовать накопление неисправностей согласно 6.2.5.

А.6 Как должна реагировать система управления в случае выявления неисправности?

a) Машина должна быть приведена в заданное состояние, которое требуется исходя из оценки риска.
b) Дальнейшая работа машины может быть разрешена до устранения неисправности.
c) Достаточно иметь признаки появления неисправности (например, сигнал предупреждения на видеомониторе).

А.7 Что необходимо для выполнения требований по техническому обслуживанию?

a) Информация о влиянии отклонений параметров от технических требований на конструирование.
b) Автоматическая выдача показаний о необходимости технического обслуживания.
c) Установка интервалов в техническом обслуживании.
d) Установка срока действия элементов.
e) Обеспечение средствами диагностики и контрольными точками.

f) Специальные меры предосторожности для обеспечения безопасности на период технического обслуживания.

А.8 Какие методы должны применяться для обнаружения неисправностей?

a) Автоматический метод обнаружения неисправностей, насколько это возможно.
b) Ручной метод, например при периодическом осмотре.
c) Использование нескольких методов.

А.9 Достигнуто ли снижение риска?

a) Может ли снижение риска быть достигнуто без особого труда при разных комбинациях мер по снижению риска?
b) Проверить, что принятые меры:
– не уменьшают способности машины выполнять свои функции;
– не создают новых неожиданных опасностей или проблем.
c) Имеют ли силу данные решения для всех условий эксплуатации и для всех процессов?
d) Совместимы ли эти решения между собой?
e) Правильны ли технические требования для обеспечения безопасности?

А.10 Принимаются ли во внимание эргономические принципы?

a) Удобно ли использовать элементы безопасности системы управления, включая, в том числе, предохранительные устройства?
b) Имеется ли безопасный и удобный доступ к системе управления?
c) Имеют ли предупреждающие сигналы установленный приоритет (например, будут ли они выделены)?

А.11 Оптимизирована ли взаимосвязь между безопасностью, надежностью, эксплуатационной готовностью и эргономикой в определенном направлении мер безопасности в течение всего срока службы системы и не привлекался ли персонал за невыполнение функций безопасности?

Приложение В
(информационное)

Руководство по выбору категорий

В.1 Общие положения

В настоящем приложении на основании ИСО 14121 приведен более простой метод (особенно в отношении сокращения риска согласно ИСО 14121:1997 (пункт 7.1) для выбора соответствующих категорий в качестве ориентира для конструирования различных элементов безопасности систем управления. Положения настоящего приложения следует рассматривать как дополнение к процедуре оценки риска, приведенной в ИСО 14121, но не ее замену.

Необходимо, чтобы конструирование элементов безопасности систем управления, включая выбор категорий согласно разделу 6 настоящего стандарта, базировалось на оценке риска, используя принципы, указанные в ИСО 14121, и являлось составной частью оценки риска в целом для всей машины.

Определение риска обычно является трудной или даже не всегда выполнимой задачей, и этот метод является единственным, связанным со снижением риска для элементов безопасности системы управления. Этот метод обеспечивает приблизительную оценку снижения риска и предназначен для того, чтобы разработчик стандартов мог выбирать категорию на основе поведения элементов системы управления в случае неисправности. Однако этот подход не является единственным и другие факторы могут влиять на оценку риска для достижения необходимой безопасности. К таким факторам относятся, например, надежность компонента, используемая технология или конкретное применение, которые могут указывать на отклонения от ожидаемого выбора категории.

Настоящий метод представляет собой следующее.

Тяжелая степень травмирования *(S)* относительно просто поддается оценке, например рваная рана, ампутация, летальный исход.

При определении частоты появления опасности используют вспомогательные параметры, чтобы повысить степень оценки. К таким параметрам относят:

a) частоту и продолжительность проявления опасности *(F);*

b) возможность отклонения от опасности *(P).*

Опыт показал, что эти параметры могут быть объединены, как показано на рисунке В.1, чтобы продемонстрировать переход от низкой до высокой степени риска. Это означает, что даже качественный подход дает только приблизительную оценку риска.

На рисунке В.1 предпочтительная(ые) категория(и) показана(ы) в виде темного кружка большого диаметра. Для некоторых применений разработчик стандарта типа С может выбирать другую категорию, обозначенную темным кружком малого диаметра или светлым кружком. Кроме предпочтительных можно использовать другие категории (6.3), но тогда в случае неисправности должно поддерживаться предполагаемое поведение системы. Следует обосновывать причины отклонений от предпочтительных категорий. К таким причинам может относиться применение разных технологий, например испытанные гидравлические или электромеханические элементы (категория 1) в сочетании с электрическими или электронными системами (категории 3 и 4). При выборе категорий, обозначенных на рисунке В.1 темными кружками малого диаметра, могут потребоваться дополнительные меры, например:

– задание сверхзаданных параметров или использование технологий, ведущих к исключению неисправностей;

– использование динамического контроля.

Например, по оценке риска параметра *S1* (В.2.1) можно установить категорию элементов безопасности системы управления как категорию 1. Для некоторых применений разработчик стандартов типа С может выбирать категорию В за счет использования других мер защиты.

В.2 Руководство по выбору параметров *S, F* и *P* для оценки риска

В.2.1 Тяжелая степень травмирования *S1* и *S2*

При оценке риска, связанного с неисправностями в элементах безопасности системы управления, рассматривают травмы легкой степени (обычно обратимые) и травмы тяжелой степени (как правило, необратимые, включая летальный исход).

Чтобы сделать выбор *S1* или *S2*, необходимо принимать во внимание обстоятельства несчастных случаев и их последствия, например ушибы и (или) рваные раны следует классифицировать как *S1,* в то время как ампутацию или летальный исход – как *S2*.

В.2.2 Частота и (или) продолжительность проявления опасности *F1* и *F2*

Не указан действительный период времени, в течение которого должны выбираться параметры *F1* и *F2*. Нижеприведенное пояснение способствует принятию правильного решения в случае сомнения.

Параметр *F2* следует выбирать в том случае, если субъект часто или постоянно подвергается опасности. Значения не имеет, подвергается опасностям один субъект или сразу несколько, например при пользовании лифтом.

Продолжительность проявления опасности следует оценивать на основе среднего значения, которое можно рассматривать как отношение к общему периоду времени использования оборудования. Например, если в течение рабочего цикла необходимо регулярно соприкасаться с механизмами машины с целью загрузки и снятия деталей, в этом случае следует выбирать параметр *F2*. Если доступ в опасную зону требуется редко, то тогда можно выбирать параметр *F1*.

В.2.3 Возможность избежать опасности *P*

При возникновении опасности необходимо знать, есть ли возможность распознавания и избежания ее прежде, чем она приведет к несчастному случаю. Например, необходимо проанализировать, есть ли возможность установить определенную опасность по ее физическим характеристикам или можно распознать ее только техническими средствами, например по индикаторам. Другими явлениями, влияющими на выбор параметра *P*, являются:

– работа под наблюдением или без наблюдения;

– выполнение работы опытным специалистом или непрофессионалом;

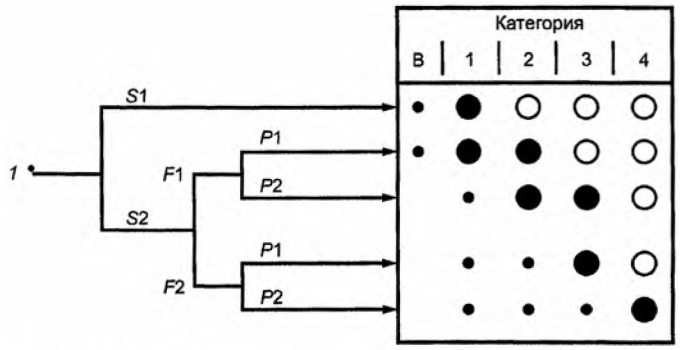
– скорость возрастания опасности, например быстро или медленно;

– возможность избежать опасность, например путем эвакуации по лестничному маршу или с помощью третьей стороны;

– практический опыт по безопасности, связанный с определенным процессом.

При возникновении опасной ситуации параметр *P1* следует выбирать только тогда, когда есть реальный шанс уклониться от несчастного случая или значительно уменьшить его эффект. Параметр *P2* выбирают тогда, когда почти нет возможности избежать опасности.

Исходные точки
для оценки риска
элементов безопасности
систем управления



1 – исходная точка для оценки риска элемента безопасности системы управления (этап 3, пункт 4.3);
S – тяжелая степень травмирования:
S1 – травма легкой степени (как правило, обратимая);
S2 – травма тяжелой степени (как правило, необратимая), включая летальный исход;
F – частота и (или) продолжительность проявления опасности:
F1 – от редкой до частой и (или) короткой продолжительности;
F2 – от частой до непрерывной и (или) длительной продолжительности;
P – возможность избежать опасности:
P1 – возможно при определенных условиях;
P2 – почти невозможно.
Выбор категорий:

● – предпочтительные категории для исходных точек (4.2);

○ – мероприятия с применением сверхзаданных параметров для оценки риска;

• – теоретически выбранная категория, требующая дополнительных мер (B.1).

Рисунок B.1 – Выбор категорий для элементов безопасности систем управления

Приложение С
(справочное)

Примеры наиболее часто встречающихся отказов и неисправностей, проявляющихся при применении различных технологий

С.1 Электрические (электронные) элементы

Необходимо принимать во внимание следующие отказы и неисправности:

– короткое замыкание или разомкнутая цепь, например неисправности в заземлении (короткое замыкание на защитном проводе или проводящей части), обрыв цепи в любом проводнике;

– короткое замыкание или разомкнутая цепь в отдельных компонентах, например в позиционных переключателях, управляющих и регулирующих устройствах, силовых приводах машин, реле;

– отпускание или втягивание электромагнитных элементов, например контакторов, реле, соленоидов;

– невозможность запуска или остановки двигателей, например серводвигателей;

– механическая блокировка движущихся элементов, ослабление креплений или смещение неподвижных элементов, например позиционных переключателей;

– смещение за пределы допускаемых значений для аналоговых элементов, например сопротивлений, конденсаторов, транзисторов;

– колебания (нестабильность) выходных сигналов в интегральных схемах;

– полная или частичная потеря функции(й) (наихудший случай поведения) в комплексных интегральных схемах микропроцессоров, программируемых электронных систем, интегральных схем специального применения.

С.2 Гидравлические и пневматические элементы

Необходимо принимать во внимание следующие отказы и неисправности:

– отсутствие или неполное переключение подвижных частей элементов, например поршня клапана;

– смещение подвижной части элемента в исходную позицию управления, например в управляемых регулирующих клапанах;

– утечка и изменение величины расхода, например в управляемых регулирующих клапанах;

– нестабильные характеристики, вызывающие неконтролируемое управление во вспомогательных и пропорциональных клапанах;

– падение давления или разрывы в трубопроводах, например в шлангах и шланговых соединениях;

– закупорка фильтрующего элемента (по причине попадания твердых частиц);

– отклонения от нормальных значений давления и/или величины расхода, например в гидравлических насосах, моторах, компрессорах, цилиндрах;

– отказ или отклонение от нормальных значений входных или выходных характеристик сигналов датчиков, например в датчиках давления.

С.3 Механические элементы

Необходимо принимать во внимание следующие отказы и неисправности:

– выход из строя пружин;

– жесткость соединений или заедание направленно движущихся элементов;

– разгерметизация или раскрепление механических устройств;

– износ, например направляющих, зажимов, валов;

– смещение деталей от заданного положения;

– влияние окружающей среды, например коррозии, тепловых воздействий.

Приложение D
(справочное)

Взаимосвязь между безопасностью, надежностью и работоспособностью машин

Понятия безопасность, надежность и работоспособность машин должны характеризоваться следующим образом:

– Безопасность машин – это способность машин выполнять функции и иметь возможность быть транспортируемой, устанавливаемой, регулируемой, обслуживаемой, демонтируемой и располагаемой в условиях предназначенного применения (в некоторых случаях в пределах заданного периода времени) согласно инструкции изготовителя, без травмирования или нанесения другого вреда здоровью (ИСО/ТО 12100-1:1992, пункт 3.4).

– Надежность – это способность машины или элементов или оборудования безотказно выполнять заданную функцию при определенных условиях и в заданный период времени (ИСО/ТО 12100-1:1992, пункт 3.2).

– Работоспособность – это способность объекта выполнять необходимую функцию в заданных условиях в определенный момент времени или в течение установленного периода времени при условии обеспечения необходимыми ресурсами в соответствии с МЭК 60050 (191).

В целях соблюдения безопасности должны рассматриваться причины и последствия возможных несчастных случаев (травм или нанесение другого вреда здоровью). Требования безопасности обеспечивают создание и поддержание системы, не вызывающей несчастных случаев. Требования безопасности гарантируют, что система не создаст опасных условий при эксплуатации или опасного состояния, когда событие может стать причиной несчастного случая. Требования обеспечения безопасности должны указывать на действия, которые следует принимать, если неожиданное событие в окружающей среде ведет к опасному состоянию.

С точки зрения безопасности не имеет значения, служит или нет система своему назначению, до тех пор пока не нарушаются требования безопасности. С другой стороны, возможно, что система является высоконадежной, но опасной, например система с формально проверенным программным обеспечением, но в этих программах не была должным образом задана ситуация, связанная с безопасностью.

Работоспособность оказывает влияние на безопасность. Работоспособность системы предусматривает, что соблюдается надежность, обеспечивающая безопасность, и не требуется дополнительных защитных устройств.

Разработчик несет ответственность за каждый случай применения и взаимосвязь между работоспособностью, надежностью и безопасностью, чтобы гарантировать обеспечение снижения риска.

Библиография

Публикации по программируемым электронным системам

[1] Международный стандарт IEC 61000-4-1:1992 (МЭК 61000-4-1:1992) — Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4. Testing and measurement techniques. Section 1. Overview of immunity tests. Basic EMC publication (Электромагнитная совместимость. Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 1. Обзор испытаний на помехоустойчивость. Основные требования по электромагнитной совместимости)

[2] Международный стандарт IEC 61508 (МЭК 61508) — Functional safety: safety-related systems (provisional title) (Функциональная безопасность: системы, связанные с безопасностью)

[3] Международный стандарт IEC 61496-1:1997 (МЭК 61496-1:1997) — Safety of machinery. Electro-sensitive protective equipment. Part 1: General requirements and tests (Безопасность машин. Электрочувствительные защитные устройства. Часть 1. Общие требования и испытания)

[4] DIN V VDE 0801 — Principles for computers in safety-related computer systems, January 1990 (Принципы для компьютеров, связанные с безопасностью в компьютерных системах, январь 1990)

[5] HSE Guidelines. Programmable Electronic Systems in Safety-related Applications. Part 1. (ISBN 0 11 883906 6) and Part 2 (ISBN 0 11 883906 3)
[Руководящие принципы. Безопасность программируемых электронных систем. Часть 1 (ISBN 0 11 883906 6) и часть 2 (ISBN 0 11 883906 3)]

[6] Personal Safety in Microprocessor Control Systems (CECR-184, Elektronikcentralen, Denmark)
[Личная безопасность в системах управления микропроцессора CECR-184 (Elektronikcentralen, Дания)]

Дальнейшие публикации

[7] Международный стандарт ISO 10218:1992 (ИСО 10218:1992) — Manipulating industrial robots. Safety (Промышленные роботы-манипуляторы. Безопасность)

[8] Международный стандарт ISO 11161:1994 (ИСО 11161:1994) — Industrial automation systems. Safety of integrated manufacturing systems. Basic requirements (Системы автоматизации промышленного производства. Надежность интегрированных производственных систем. Основные требования)

[9] Международный стандарт ISO 13849-2 (ИСО 13849-2) — Safety of machinery. Safety-related parts of control systems. Part 2. Validation (Безопасность оборудования. Элементы безопасности систем контроля и управления. Часть 2. Валидация)

[10] Международный стандарт IEC 60068 (МЭК 60068) — Basic environmental testing procedures (Основные процедуры испытаний на воздействие окружающей среды)

[11] Международный стандарт IEC 60335-1:1991 (МЭК 60335-1:1991) — Safety of household and similar electrical appliances – Part 1: General requirements (Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 1. Общие требования)

[12]	Европейский стандарт EN 894-1:1997 (ЕН 894-1:1997)	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 бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 1. Общие требования)
[13]	Европейский стандарт EN 894-2:1997 (ЕН 894-2:1997)	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 2. Индикаторы)
[14]	Европейский стандарт (проект) pr EN 894-3:1997 (пр ЕН 894-3:1997)	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)
[15]	Европейский стандарт (проект) pr EN 1005-3:1993 (пр ЕН 1005-3:1993)	Safety of machinery. Human physical performance. Part 3. Recommended force limits for machinery operation (Безопасность машин. Физические характеристики человека. Часть 3. Рекомендуемые предельные усилия для управления машинами)

Приложение Е
(информационное)

Сведения о соответствии международных стандартов, на которые даны ссылки, государственным стандартам, принятым в качестве идентичных государственных стандартов

Таблица Е.1

Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
ИСО/ТО 12100-1:1992 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика	IDT	ГОСТ ИСО/ТО 12100-1-2001 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика
ИСО/ТО 12100-2:1992 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования	IDT	ГОСТ ИСО/ТО 12100-2-2002 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования
ИСО 13849-2:2003 Безопасность машин. Элементы безопасности систем управления. Часть 2. Валидация	IDT	СТБ ИСО 13849-2-2005 Безопасность машин. Элементы безопасности систем управления. Часть 2. Валидация

Ответственный за выпуск *В.Л. Гуревич*

Сдано в набор 15.09.2005 Подписано в печать 11.10.2005 Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Печать ризографическая Усл. печ. л. 4,18 Уч.-изд. л. 2,03 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:
НПРУП "Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации (БелГИСС)"
Лицензия № 02330/0133084 от 30.04.2004
БелГИСС, 220113, г. Минск, ул. Мележа, 3

gost.e-ecolog.ru