МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60947-5-3— 2017

АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ

Часть 5-3

Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Требования к близко расположенным устройствам с определенным поведением в условиях отказа

(IEC 60947-5-3:2013, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр «Энергия» (АНО «НТЦ «Энергия») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 г. № 52)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2018 г. № 964-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60947-5-3—2017 введен в действие в качестве национального стандарта с 1 июня 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60947-5-3:2013 «Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные. Часть 5-3. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Требования к близко расположенным устройствам с определенным поведением в условиях отказа» («Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-3: Control circuit devices and switching elements — Requirements for proximity devices with defined behaviour under fault conditions (PDDB)», IDT).

Международный стандарт IEC 60947-5-3:2013 разработан подкомитетом 17 B «Низковольтная аппаратура распределения и управления» Технического комитета ТС 17 «Аппаратура распределения и управления» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

6 Настоящий стандарт взаимосвязан с техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», принятым Комиссией Таможенного союза 16 августа 2011 г., и реализует его существенные требования безопасности.

Соответствие межгосударственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента

7 ВЗАМЕН ГОСТ IEC 60947-5-3—2014

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

© Стандартинформ, оформление, 2018

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

Содержание

1 Общие положения . . . 1
1.1 Область применения . . . 1
1.2 Нормативные ссылки . . . 1
2 Термины, определения и сокращения . . . 3
2.1 Общие положения . . . 3
2.2 Алфавитный перечень терминов . . . 3
2.3 Основные термины и определения . . . 4
2.4 Термины и определения, касающиеся архитектурных ограничений . . . 7
2.5 Термины и определения, касающиеся составных частей БДОП . . . 8
2.6 Термины и определения, касающиеся функционирования БДОП . . . 8
2.7 Символы и сокращения . . . 9
3 Классификация . . . 9
4 Характеристики . . . 9
4.1 Общие положения . . . 9
4.2 Характеристики конструкции . . . 10
5 Информация об изделии . . . 10
5.1 Характер информации . . . 10
5.2 Идентификация . . . 10
5.3 Маркировка . . . 10
5.4 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию . . . 10
6 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования . . . 10
6.1 Нормальные условия эксплуатации . . . 10
6.2 Условия транспортирования и хранения . . . 11
6.3 Монтаж . . . 11
7 Требования к конструкции и работоспособности . . . 11
7.1 Требования к конструкции . . . 11
7.2 Управление функциональной безопасностью . . . 11
7.3 Функциональные требования для функций управления, связанных с безопасностью (ФУСБ) . . . 11
7.4 Информация для потребителя . . . 13
8 Испытания . . . 14
8.1 Виды испытаний . . . 14
8.2 Соответствие требованиям к конструкции . . . 14
8.3 Работоспособность . . . 14
8.4 Проверка рабочих расстояний . . . 15
8.5 Проверка вибро- и ударостойкости . . . 15
8.6 Проверка электромагнитной совместимости . . . 15
9 Модификация . . . 15
9.1 Цель . . . 15
9.2 Процедура модификации . . . 15
Приложение А (рекомендуемое) Пример простой системы управления согласно серии IEC 61511 . . . 16
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . 19
Библиография . . . 21

Введение

Настоящий стандарт устанавливает требования к бесконтактным датчикам с определенным поведением в условиях отказа (БДОП).

Настоящий стандарт применяется совместно с ГОСТ IEC 60947-1 и ГОСТ IEC 60947-5-2.

Настоящий стандарт заменяет ГОСТ IEC 60947-5-3—2014, подготовленный на основе первого издания IEC 60947-5-3:1999, и содержит следующие существенные технические изменения по отношению к первой редакции:

a) учтены основные принципы международных стандартов серии IEC 61508;

b) классификация установлена согласно требованиям IEC 62061;

c) классификация устройств установлена по ISO 13849-1.

Нумерация пунктов настоящего стандарта следует нумерации пунктов IEC 60947-1 и IEC 60947-5-2.

МКС 29.130.20

Поправка к ГОСТ IEC 60947-5-3—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-3. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Требования к близко расположенным устройствам с определенным поведением в условиях отказа

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Армения	AM	Минэкономики Республики Армения

(ИУС № 2 2020 г.)

МКС 29.130.20

Поправка к ГОСТ IEC 60947-5-3—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-3. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Требования к близко расположенным устройствам с определенным поведением в условиях отказа

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 4 2020 г.)

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

АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ

Часть 5-3

Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Требования к близко расположенным устройствам с определенным поведением в условиях отказа

Low-voltage switchgear and controlgear. Part 5-3.
Control circuit devices and switching elements.
Requirements for proximity devices with defined behaviour under fault conditions

Дата введения — 2019—06—01

1 Общие положения

1.1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает дополнительные требования к приведенным в IEC 60947-5-2. Они касаются аспектов характеристики повреждения близко расположенных устройств (бесконтактных датчиков) с определенным поведением в условиях отказа (далее — БДОП). Они не распространяются на другие характеристики, которые могут потребоваться в других назначениях.

Настоящий стандарт также не распространяется на бесконтактные датчики с аналоговым выходом.

Данный стандарт также не касается специфических требований к акустическим шумам, поскольку акустическая эмиссия устройств и коммутационных элементов цепей управления не является источником удара.

При применении БДОП в назначениях, требующих дополнительных характеристик, соответствующих другим стандартам, они должны отвечать требованиям конкретных стандартов.

Отдельное применение данного стандарта не является достаточным для реализации принципа функциональности, связанной с безопасностью. В частности, данный стандарт не предусматривает требований к характеристикам срабатывания БДОП или к средствам снижения взаимных помех между устройствами, например, кодированных целей. Поэтому данные и любые другие подобные требования следует рассматривать дополнительно к требованиям настоящего стандарта.

Примечание 1 — Ввиду их повышенного сопротивления к повреждению БДОП могут применять, например, для блокирующих устройств (см. ISO 14119).

Примечание 2 — Требования к электрочувствительному защитному оборудованию для обнаружения наличия объектов приведены в серии IEC 61496.

1.2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание, для недатированных — последнее издание ссылочного стандарта (включая все изменения к нему).

IEC 60068-2-1:2007, Environmental testing — Part 2-1: Tests — Test A: Cold (Испытания на воздействия внешних факторов. Часть 2-1. Испытания. Испытания А: Холод)

Издание официальное

IEC 60068-2-30:2005, Environmental testing — Part 2-30: Tests — Test Db: Damp heat, cyclic (12+12h cycle) [Испытания на воздействия внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Db и руководство: Влажное тепло, циклическое (12+12-часовой цикл)]

IEC 60529:1989[1)], Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). Amendment 1:1999 [Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (Код IP)]

IEC 60947-1:2007[2)], Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: General rules. Amendment 1:2010 (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Общие правила)

IEC 60947-5-1:2003[3)], Low-voltage switchgear and controtgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices. Amendment 1:2009 (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 5-1. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления)

IEC 60947-5-2:2007, Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-2: Control circuit devices and switching elements — Proximity switches. Amendment 1:2012 (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 5-2. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Бесконтактные переключатели)

IEC 61000-4-2:2008, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Электромагнитная совместимость. Часть 4-2. Методики испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к электростатическому разряду)

IEC 61000-4-3:2006[4)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. Amendment 1:2007, Amendment 2:2010 (Электромагнитная совместимость. Часть 4-3. Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к воздействию электромагнитного поля с излучением на радиочастотах)

IEC 61000-4-4:2012, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-4: Testing and measurement techniques — Electrical fast transient/burst immunity test [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к быстрым переходным процессам и всплескам]

IEC 61000-4-5:2005[5)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques — Surge immunity test (Электромагнитная совместимость. Часть 4. Методики испытаний и измерений. Раздел 5. Испытание на невосприимчивость к выбросу напряжения)

IEC 61000-4-6:2008[6)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-6: Testing and measurement techniques — Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (Электромагнитная совместимость. Часть 4-6. Методики испытаний и измерений. Защищенность от помех по цепи питания, наведенных радиочастотными полями)

[1)] Действует IEC 60529:2013/Cor.2(2013)/Cor.2(2015) «Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (Код IP)». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[2)] Действует IEC 60947-1:2014 «Устройство распределительное комплектное. Часть 1. Общие правила». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[3)] Действует IEC 60947-5-1:2016 «Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 5-1. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[4)] Действует IEC 61000-4-3:2010 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-3. Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к воздействию электромагнитного поля с излучением на радиочастотах». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[5)] Действует IEC 61000-4-5:2014 «Электромагнитная совместимость. Часть 4. Методики испытаний и измерений. Раздел 5. Испытание на невосприимчивость к выбросу напряжения». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[6)] Действует IEC 61000-4-6:2013 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-6. Методики испытаний и измерений. Защищенность от помех по цепи питания, наведенных радиочастотными полями». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

IEC 61000-4-8:2009, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-8: Testing and measurement techniques — Power frequency magnetic field immunity test (Электромагнитная совместимость. Часть 4-8. Методики испытаний и измерений. Испытание на помехоустойчивость в условиях магнитного поля промышленной частоты)

IEC 61000-4-11:2004, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-11: Testing and measurement techniques — Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests (Электромагнитная совместимость. Часть 4-11. Методики испытаний и измерений. Кратковременные понижения напряжения, короткие отключения)

IEC 61131-2:2007, Programmable controllers — Part 2: Equipment requirements and tests (Микроконтроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания)

IEC 61508-1:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 1: General requirements (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 1. Общие требования)

IEC 61508-2:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmabte electronic safety-related systems (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 2. Требования к электрическим/электронным/программируемым электронным системам, связанным с безопасностью)

IEC 61508-3:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 3: Software requirements (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению)

IEC 62061:2005, Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems. Amendment 1:2012 (Безопасность машин и механизмов. Функциональная безопасность электрических, электронных и программируемых электронных систем контроля, связанных с безопасностью)

ISO 13849-1:2006[1)], Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design (Безопасность машин. Детали систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 1. Общие принципы проектирования)

2 Термины, определения и сокращения

2.1 Общие положения

В настоящем стандарте применены термины по IEC 60947-1 и IEC 60947-5-2, а также следующие термины с соответствующими определениями.

2.2 Алфавитный перечень терминов

Б

Безопасный отказ 2.3.7
Блокированное состояние 2.6.8

В

Включенное состояние 2.6.3
Выключенное состояние 2.6.2

Д

Диагностический охват 2.4.2
Доля безопасных отказов 2.4.1

З

Заявленный предел уровня полноты безопасности 2.3.16

[1)] Действует ISO 13849-1:2015 «Безопасность в машиностроении. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Основные принципы проектирования». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

И

Интенсивность отказов . . . 2.3.18
Интервал диагностических проверок . . . 2.4.4

К

Коммутационное устройство выходного сигнала . . . 2.5.2
Компонент низкой сложности . . . 2.3.3
Контрольная проверка . . . 2.4.5
Критическое время . . . 2.6.6

О

Опасный отказ . . . 2.3.6
Определенное поведение БДОП . . . 2.6.1
Отказ (оборудования) . . . 2.3.5

П

Полнота безопасности . . . 2.3.10
Полнота безопасности аппаратных средств . . . 2.3.11
Полнота безопасности по отношению к систематическим отказам . . . 2.3.13
Полнота безопасности программного обеспечения . . . 2.3.12

Р

Рабочее расстояние дальности действия S_{ao} . . . 2.6.4
Расстояние дальности отпускания S_{ar} . . . 2.6.5
Режим работы . . . 2.3.14

С

Сбой . . . 2.3.8
Система, связанная с безопасностью . . . 2.4.6
Сложный компонент . . . 2.3.4
Средняя наработка на опасный отказ . . . 2.3.17
Срок службы . . . 2.6.7

У

Управляемое оборудование EUC . . . 2.4.7
Уровень полноты безопасности SIL . . . 2.3.2
Уровень производительности . . . 2.3.1
Устойчивость к отказам аппаратных средств . . . 2.4.3
Устройство управления и контроля . . . 2.5.3

Ф

Функция управления, связанная с безопасностью . . . 2.3.9

Ц

Целевая мера отказов . . . 2.3.15

Ч

Чувствительное устройство . . . 2.5.1

2.3 Основные термины и определения

2.3.1

уровень производительности; PL [Performance Level (PL)]: Дискретный уровень (от *a* до *e*), определяющий способность частей систем управления, связанных с безопасностью, выполнять требуемые функции безопасности при всех оговоренных условиях.

[ISO 13849-1:2006, модифицирован]

2.3.2 **уровень полноты безопасности;** SIL [Safety Integrity Level (SIL)]: Дискретный уровень (принимающий одно из трех возможных значений), определяющий требования к полноте безопасности для функций безопасности, который ставится в соответствие системам, связанным с безопасностью, при этом уровень полноты безопасности, равный 3, характеризует наибольшую полноту безопасности, уровень, равный 1, отвечает наименьшей полноте безопасности.

Примечание — SIL 4 настоящий стандарт не рассматривает. Требования к SIL 4 см. стандарты серии IEC 61508.

2.3.3

компонент низкой сложности (low complexity component): Компонент, для которого:
- режимы отказа четко определены и
- поведение в условиях отказа может быть полностью определено.

Примечание 1 — Поведение компонента, имеющего низкую сложность, может быть определено аналитическими методами и/или с помощью тестирования.

Примечание 2 — Элемент системы или система, включающие в себя один или несколько концевых выключателей, работающие, возможно, с использованием промежуточных электромеханических реле, одного или нескольких контакторов и предназначенные для отключения напряжения от электрического двигателя, представляют собой компонент низкой сложности.

[IEC 62061:2005]

2.3.4 **сложный компонент** (complex component): Компонент, для которого:
- режимы отказа четко не определены или
- поведение в условиях отказа не может быть полностью определено.

2.3.5

отказ (failure): Прекращение способности объекта выполнять требуемую функцию.

Примечание 1 — После отказа системы следует сбой.

Примечание 2 — Различают «отказ» как событие и «сбой» как состояние.

Примечание 3 — Понятие отказа как такового не относят к системе, являющейся чисто программным продуктом.

[IEC 60050-191:1990]

2.3.6

опасный отказ (dangerous failure): Отказ БДОП, который потенциально может вызвать опасное состояние системы или состояние отказа при выполнении функции.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.3.7

безопасный отказ (safe failure): Отказ БДОП, который не переводит систему, связанную с безопасностью, в опасное состояние.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.3.8

сбой (fault): Состояние объекта, характеризуемое неспособностью выполнять требуемую функцию, исключая неспособности, возникающие во время профилактического обслуживания или других плановых мероприятий либо в результате недостатка внешних ресурсов.

Примечание 1 — Сбой часто является результатом повреждения самого объекта, но может и не быть следствием отказа.

Примечание 2 — В английском языке термин «fault» («сбой») и его определение аналогичны приведенным в IEC 60050-191. В области машиностроения французский термин «defaut» или немецкий термин «Fehler» применяют реже, чем термины «panne» и «Fehlzustand», соответствующие этому определению.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.3.9

функция управления, связанная с безопасностью; SRCF [Safety-Related Control Function (SRCF)]: Функция управления с определенным уровнем полноты безопасности, частично или полностью реализуемая БДОП, предназначенная для поддержания безопасного состояния управляемого оборудования или снижения возникновения риска(ов).

Примечание 1 — В ISO 13849-1 применен термин «SRF» («функция, связанная с безопасностью»), в серии IEC 61508 применяют термин «SF» («функция безопасности»). Все термины и определения касаются полноты безопасности.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.3.10

полнота безопасности (safety integrity): Вероятность того, что система, связанная с безопасностью, или ее БДОП будет удовлетворительно выполнять требуемые функции безопасности при всех установленных условиях.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.3.11

полнота безопасности аппаратных средств (hardware safety integrity): Составляющая полноты безопасности системы, связанной с безопасностью, или ее БДОП, формирующая требования к случайным отказам аппаратуры и архитектурным ограничениям.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.3.12

полнота безопасности программного обеспечения (software safety integrity): Составляющая полноты безопасности БДОП по отношению к систематическим отказам, проявляющимся в опасном режиме и свойственным программному обеспечению.

Примечание 1 — Обычно полнота безопасности программного обеспечения не может быть охарактеризована количественно.

[IEC 61508-4:2010]

2.3.13

полнота безопасности по отношению к систематическим отказам (systematic safety integrity): Составляющая полноты безопасности БДОП по отношению к систематическим отказам, проявляющимся в опасном режиме.

Примечание 1 — Обычно полнота безопасности по отношению к систематическим отказам не может быть охарактеризована количественно (в отличие от полноты безопасности аппаратных средств, которой может быть дана количественная оценка).

Примечание 2 — Требования к полноте безопасности по отношению к систематическим отказам применимы как к программному обеспечению, так и к аппаратным средствам БДОП.

[IEC 61508-4:2010]

2.3.14

режим работы (mode of operation): Способ, в котором работает функция безопасности и который может быть:

- **режимом с низкой частотой запросов** (low demand mode): когда функция безопасности работает только по запросу для перевода EUC в заданное безопасное состояние и когда частота запросов не более одного в год.

Примечание 1 — E/E/PE-система, связанная с безопасностью, нормально выполняющая функцию безопасности, не влияет на работу EUC или систему управления EUC до тех пор, пока к ней не возникает запрос. Однако если E/E/PE-система отказывает так, что выполнение функции безопасности невозможно, то в этом случае EUC может перейти в безопасное состояние;

- **режимом с высокой частотой запросов** (high demand mode): когда функция безопасности работает только по запросу для перевода EUC в заданное безопасное состояние и когда частота запросов более одного в год;
- **режимом непрерывной работы** (continuous mode): когда функция безопасности реализует непрерывный контроль над безопасным состоянием EUC в качестве части нормальной работы.

[IEC 61508-4:2010]

2.3.15

целевая мера отказов (target failure measure): Заданная вероятность отказов в опасном режиме, которая должна быть достигнута в соответствии с требованиями к полноте безопасности, выраженная:

- в виде средней вероятности отказа при выполнении запроектированной функции по запросу PFD_{avg} (для режима работы с низкой частотой запросов) либо
- в виде средней частоты возникновения опасных отказов в течение данного периода времени PFH_D (для режима с высокой частотой запросов или непрерывной работы).

Примечание 1 — Термин «вероятность опасного отказа в час» в данном стандарте не применяют, но сокращение PFH осталось, когда его применяют здесь, оно означает «средняя частота опасного отказа».

Примечание 2 — Числовые значения целевой меры отказов приведены в таблицах 2 и 3 IEC 61508-1:2010. Эти предельные значения действительны для всей функции, связанной с безопасностью.

[IEC 61508-4:2010, адаптирован]

2.3.16

заявленный предел уровня полноты безопасности; SILCL [SIL Claim Limit (SILCL)]: Максимальный SIL, который может быть заявлен для БДОП по отношению к архитектурным ограничениям и полноте безопасности по отношению к систематическим отказам.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.3.17

средняя наработка на опасный отказ; $MTTF_d$ [mean time to dangerous failure): Среднее ожидаемое время до опасного отказа.

Примечание 1 — Адаптировано из IEC 62061:2010.

[ISO 13849-1:2006]

2.3.18 **интенсивность отказов;** FIT [failure in time (FIT)]: Число отказов на 10^9 компоненто-часов работы.

2.4 Термины и определения, касающиеся архитектурных ограничений

2.4.1

доля безопасных отказов; SFF [safe failure fraction (SFF)]: Отношение средней вероятности безопасных отказов и обнаруженных опасных отказов БДОП к общей средней вероятности отказов (сумме вероятности безопасных отказов и вероятности всех опасных отказов) БДОП.

[IEC 61508-4:2010, адаптирован]

2.4.2

диагностический охват; DC [diagnostic coverage (DC)]: Мера эффективной диагностики, которая может быть представлена отношением вероятности обнаруженных опасных отказов к вероятности всех опасных отказов.

[ISO 13849-1:2006, адаптирован]

Долю обнаруженных опасных отказов определяют с помощью автоматической онлайновой диагностической проверки.

Примечание 1 — Долю обнаруженных опасных отказов вычисляют отношением вероятности опасных отказов, обнаруженных с помощью автоматической онлайновой диагностической проверки, к общей вероятности опасных отказов.

Примечание 2 — Существует разный подход к концепции отказа в IEC 62061/ IEC 61508 и ISO 13849-1. Требования к архитектурным ограничениям подсистем по IEC 62061:2005 (таблица 5) приведены в качестве функции допуска на отказ аппаратных средств и доли безопасных отказов. ISO 13849-1 не признает никакого безопасного отказа/доли безопасного отказа. Уровни производительности основаны на четко определенных архитектурах. И тогда достигнутый PL является функцией архитектуры, $MTTF_d$, диагностического охвата и отказов с общей причиной.

[IEC 62061:2005, модифицирован]

2.4.3

устойчивость к отказам аппаратных средств; HFT [hardware fault tolerance (HFT)]: Способность системы выполнять функцию безопасности при наличии сбоев.

Примечание 1 — Устойчивость N к отказам аппаратных средств означает, что отказ N+1 может вызвать потерю функции безопасности. При определении устойчивости к отказам аппаратных средств никакие другие отказы не учитывают, например в диагностике.

[IEC 61508-2:2010, адаптирован]

2.4.4

интервал диагностических проверок (diagnostic test interval): Интервал между проверками онлайн, предназначенными для обнаружения отказов в системе, связанной с безопасностью с заданным диагностическим охватом.

[IEC 61508-4:2010]

2.4.5

контрольная проверка (proof test): Периодическая проверка, выполняемая с целью обнаружения отказов в системе, связанной с безопасностью, с тем чтобы при необходимости система могла быть восстановлена настолько близко к «исходному» состоянию, насколько это возможно в данных условиях.

[IEC 61508-4:2010, модифицирован]

2.4.6

система, связанная с безопасностью (safety-related system): Система, которая:

- реализует необходимые функции безопасности, требующиеся для достижения и поддержания безопасного состояния для управляемого оборудования (EUC), и
- предназначена для достижения своими собственными средствами или в сочетании с другими E/E/PE-системами, связанными с безопасностью, другими системами обеспечения безопасности, основанными на других технологиях, или внешними средствами уменьшения необходимого риска для обеспечения необходимого уровня полноты безопасности для требуемых функций безопасности.

[IEC 61508-4:2010, модифицирован]

2.4.7

управляемое оборудование; EUC [equipment under control (EUC)]: Оборудование, машины, аппараты или установки, используемые для производства, обработки, транспортирования, в медицине или иных процессах.

Примечание 1 — Системы управления EUC представляют собой отдельное, отличное от EUC понятие.

[IEC 61508-4:2010]

2.5 Термины и определения, касающиеся составных частей БДОП

2.5.1 **чувствительное устройство** (sensing means): Часть БДОП, обнаруживающая присутствие либо отсутствие заданной цели.

2.5.2 **коммутационное устройство выходного сигнала;** КУВС [output signal switching device (OSSD)]: Компонент БДОП, который переходит в выключенное состояние согласно определенному поведению.

2.5.3 **устройство управления и контроля** (control and monitoring device): Устройство, принимающее и обрабатывающее сигналы от чувствительного устройства, подающее сигналы на КУВС и контролирующее правильность срабатывания.

2.6 Термины и определения, касающиеся функционирования БДОП

2.6.1 **определенное поведение** (defined behavior): Переход КУВС в выключенное состояние в заданном положении указанной цели и согласно требованиям настоящего стандарта.

2.6.2 **выключенное состояние** (OFF-state): Состояние, в котором выходная цепь прерывает прохождение тока, кроме остаточного тока (I_r).

2.6.3 **включенное состояние** (ON-state): Состояние, в котором выходная цепь допускает прохождение тока.

2.6.4 **рабочее расстояние дальности действия БДОП (S_{ao})** [assured operating distance of a PDDB (S_{ao})]: Расстояние от чувствительной поверхности, в пределах которого присутствие заданной цели корректно определяется в установленных условиях окружающей среды и с учетом допусков на изготовление.

2.6.5 **расстояние дальности отпускания БДОП (S_{ar})** [assured release distance of a PDDB (S_{ar})]: Расстояние от чувствительной поверхности, за пределами которого отсутствие заданной цели корректно определяется в установленных условиях окружающей среды и с учетом допусков на изготовление.

2.6.6 **критическое время** (risk time): Максимальный период времени, в течение которого КУВС может не соответствовать определенному поведению.

2.6.7 **срок службы (T_M)** [mission time (T_M)]: Период времени, охватывающий назначенную эксплуатацию БДОП.

2.6.8 **блокированное состояние** (lock-out state): Состояние, в котором хотя бы одно КУВС выключено и остается в нем до ликвидации отказа. Устройство входит в блокированное состояние при обнаружении отказа.

2.7 Символы и сокращения

Символ или сокращение	Описание	Пункт
DC	Диагностический охват	2.4.2
EUC	Управляемое оборудование	2.4.7
FIT	Интенсивность отказов	2.3.18
HFT	Устойчивость к отказам аппаратных средств	2.4.3
$MTTF_d$	Средняя наработка на опасный отказ	2.3.17
OSSD	Коммутационное устройство выходного сигнала (КУВС)	2.5.2
PFH_D	Средняя частота опасных отказов в течение данного периода времени	2.3.15
PFD	Вероятность опасного отказа на запрос	2.3.15
PL	Уровень производительности	2.3.1
S_{ao}	Рабочее расстояние дальности действия БДОП	2.6.4
S_{ar}	Расстояние дальности отпускания БДОП	2.6.5
SRF	Функция, связанная с безопасностью	2.3.9
SFF	Доля безопасных отказов	2.4.1
SIL	Уровень полноты безопасности	2.3.2
SILCL	Заявленный предел SIL	2.3.16
SRCF	Функция управления, связанная с безопасностью	2.3.9
T_M	Срок службы	2.6.7

3 Классификация

По IEC 60947-5-2:2007 (раздел 3).

4 Характеристики

4.1 Общие положения

По IEC 60947-5-2:2007 (раздел 4) со следующими дополнениями.

4.2 Характеристики конструкции

4.2.1 Бесконтактный датчик с определенным поведением

БДОП состоит из следующих элементов:

a) чувствительное устройство;

b) КУВС;

c) устройство управления и контроля (если требуется).

Эти элементы могут быть встроены в одно устройство или могут быть отдельными устройствами.

4.2.2 Заданная цель

Изготовитель должен задать необходимую цель для достижения расстояний S_{ao} и S_{ar}.

5 Информация об изделии

5.1 Характер информации

Изготовитель должен предоставить следующую информацию.

5.2 Идентификация

По IEC 60947-5-2:2007 (подраздел 5.1) со следующими дополнениями:

aa) установленное значение дальности действия;

ab) расстояние дальности отпускания;

ac) заданная цель;

ad) критическое время;

ae) заданное безопасное состояние КУВС;

af) продолжительность срабатывания;

а также либо:

ag) SFF/DC (если имеется) и HFT (согласно серии IEC 61508) и достоверные данные (например, λ, PFH_D, PFD_{avg}, B_{10d} в зависимости от требований);

или

ah) обозначенная архитектура (при наличии) и B_{10d}, λ, $MTTF_d$ и DC (согласно ISO 13849-1) в зависимости от требований.

5.3 Маркировка

5.3.1 Общие положения

По IEC 60947-5-2:2007 (пункт 5.2.1) со следующими дополнениями.

Если БДОП состоит из составных устройств, то на каждом из них должна быть нанесена маркировка в соответствии с IEC 60947-5-2:2007 [(перечисления a) и b) 5.1].

Если информация, указанная в перечислениях c) — ah), не приведена на датчике или составных частях, то она должна быть указана в документации изготовителя.

5.3.2 Идентификация присоединений и маркировка

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 7.1.7.4), включая изменение 1 (2012). Если выводы нельзя маркировать согласно IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 7.1.7.4), включая изменение 1 (2012), например, если они размещены внутри индивидуальной оболочки, тогда изготовитель должен предусмотреть другую подходящую идентификацию выводов.

5.4 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию

По IEC 60947-5-2:2007 (подраздел 5.3), включая изменение 1 (2012), со следующими дополнениями.

Если внешние воздействующие факторы влияют на параметры S_{ao} и/или S_{ar}, должны быть приведены эти факторы и степень их влияния.

Для БДОП с испытательным вводом изготовитель должен определить:

a) поведение КУВС при испытании;

b) вводы и/или выходы для внешних проверок.

6 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования

6.1 Нормальные условия эксплуатации

По IEC 60947-5-2:2007 (подраздел 6.1).

6.2 Условия транспортирования и хранения

По IEC 60947-5-2:2007 (подраздел 6.2).

6.3 Монтаж

Установочные размеры и условия монтажа должны быть указаны изготовителем.

7 Требования к конструкции и работоспособности

7.1 Требования к конструкции

7.1.1 Материалы

По IEC 60947-5-2:2007 (пункт 7.1.1).

7.1.2 Токоведущие части и их соединения

По IEC 60947-5-2:2007 (пункт 7.1.2).

7.1.3 Воздушные зазоры и расстояния утечки

По IEC 60947-5-2:2007 (пункт 7.1.3).

7.1.4 Свободный.

7.1.5 Свободный.

7.1.6 Свободный.

7.1.7 Выводы

7.1.7.1 Требования к конструкции

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 7.1.7.1).

7.1.7.2 Способность к присоединению

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 7.1.7.2).

7.1.7.3 Соединительные устройства

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 7.1.7.3), изменение 1 (2012).

7.1.7.4 Идентификация соединений и маркировка

Цветовая окраска проводов БДОП со встроенными кабелями должна соответствовать требованиям IEC 60947-5-2:2007, включая изменение 1 (2012) (подпункта 7.1.7.4).

БДОП со встроенными кабелями должны иметь проводники, идентифицируемые по цвету, согласно 7.1.7.4 IEC 60947-5-2:2007, изменение 1 (2012).

7.1.8 Обеспечение защитного заземления

По IEC 60947-5-2:2007 (пункт 7.1.9) со следующими дополнениями.

Составные части БДОП с защитой класса II или III не должны подсоединяться к защитному заземлению.

7.1.9 Степень защиты IP (согласно IEC 60529)

Чувствительные устройства БДОП должны иметь защиту не ниже IP 65.

Устройства управления и контроля должны иметь защиту не ниже IP 54.

Устройства управления и контроля, предназначенные для встраивания в оболочку с минимальной степенью защиты IP 54, могут иметь более низкую степень защиты.

7.2 Управление функциональной безопасностью

Управление функциональной безопасностью должно осуществляться на протяжении жизненного цикла БДОП.

Оно достигается, например, применением IEC 61508-1:2010 (раздел 6) или соответствующих стандартов.

7.3 Функциональные требования для функций управления, связанных с безопасностью (ФУСБ)

7.3.1 Общие положения

Спецификация функциональных требований для БДОП должна содержать описание каждой выполняемой ФУСБ, в том числе:

a) описание ФУСБ;

b) частоту срабатывания;

c) требуемое критическое время;

d) интерфейс(ы) БДОП;

e) описание функций срабатывания на отказ;

f) описание требуемой рабочей среды для БДОП (например, температура, влажность, пыль, химические вещества, механическая вибрация и удар);

g) испытания и связанное с ними оборудование (например, испытательное оборудование, тестовые порты);

h) частоту циклов срабатывания, рабочий цикл и/или категорию применения для БДОП, включающего электромеханические устройства.

7.3.2 Спецификация требований к полноте безопасности для ФУСБ

Требования к полноте безопасности для БДОП с данной архитектурой должны включать:

a) SILCL или PL (категорию);

b) достоверные данные.

7.3.3 Электромагнитная совместимость

7.3.3.1 Общие положения

В дополнение к требованиям по электромагнитной совместимости (ЭМС) согласно IEC 60947-5-2 данный стандарт устанавливает дополнительные требования к устройствам, предназначенным для реализации функций безопасности по стандартам серии IEC 61508. Эти дополнительные требования применимы для БДОП только в части реализации ими функции, связанной с безопасностью. Такие устройства, если они питаются от постоянного тока, не должны подключаться к распределительной сети постоянного тока. Требования по ЭМС для БДОП приведены в таблице 1.

7.3.3.2 Критерий работоспособности FS (устойчивый к отказам)

Функции БДОП, предназначенного для назначений безопасности, не подвержены влиянию помех за пределами, определяемыми его спецификацией, или могут быть подвержены временно или длительно, если БДОП реагирует на помеху тем, что удерживает выключенное состояние выхода или достигает его в течение заданного времени и удерживает. Допускается выход из строя отдельных компонентов, если определенное состояние испытуемого оборудования достигнуто в течение указанного времени и удерживается в нем.

Таблица 1 — Требования по ЭМС для БДОП

Порт	Помеха	Основной стандарт	Испытательное значение	Критерий соответствия
Оболочка	Электростатический разряд	IEC 61000-4-2	6 кВ (контактный разряд)[a)] 8 кВ (воздушный разряд)[a)]	FS FS
	Электромагнитное поле	IEC 61000-4-3	20 В/м (80 МГц — 1 ГГц) 10 В/м (1,4—2,0 ГГц) 3 В/м (2,0—2,7 ГГц)	FS FS FS
	Электромагнитное поле промышленной частоты	IEC 61000-4-8	30 А/м (50, 60 Гц)[b)]	FS
Переменный ток (в т. ч. защитное заземление)	Наносекундные импульсные помехи	IEC 61000-4-4	3 кВ (5/50 нс, 5 кГц)[c)]	FS
	Импульсы напряжения/тока	IEC 61000-4-5	2 кВ (межфазное)[d)] 4 кВ (между фазой и землей)[d)]	FS FS
	Кондуктивные радиочастотные помехи	IEC 61000-4-6	10 В (150 кГц — 80 МГц)	FS
	Провалы напряжения электропитания	IEC 61000-4-11	Снижение до: 0 % на 1 цикл 40 % на 10/12 циклов[e)] 70 % на 25/30 циклов[e)]	 FS FS FS
	Кратковременные отключения электропитания	IEC 61000-4-11	0 % на 250/300 циклов[e)]	FS

Окончание таблицы 1

Порт	Помеха	Основной стандарт	Испытательное значение	Критерий соответствия
Постоянный ток[f] (в т. ч. защитное заземление)	Наносекундные импульсные помехи	IEC 61000-4-4	2 кВ (5/50 нс, 5 кГц)[c]	FS
	Импульсы напряжения/тока	IEC 61000-4-5	2 кВ (между фазой и землей)[d]	FS
	Кондуктивные радиочастотные помехи	IEC 61000-4-6	10 В (150 кГц — 80 МГц)	FS
Сигнал I/O/управление	Наносекундные импульсные помехи	IEC 61000-4-4	2 кВ (5/50 нс, 5 кГц)[c]	FS
	Импульсы напряжения/тока[g]	IEC 61000-4-5	2 кВ (между фазой и землей)[d]	FS
	Кондуктивные радиочастотные помехи	IEC 61000-4-6	10 В (150 кГц — 80 МГц)	FS
Функциональное заземление	Наносекундные импульсные помехи[h]	IEC 61000-4-4	2 кВ (5/50 нс, 5 кГц)[c]	FS

[a] Для оборудования, предназначенного для применения в назначениях SIL 3, число разрядов высокого уровня, приведенное в основном стандарте, умножают на 3.

[b] Только для магниточувствительного оборудования. Интерференции для ЭЛТ-дисплеев допускаются свыше 1А/м.

[c] Для оборудования, предназначенного для применения в назначениях SIL 3, длительность испытания для высокого уровня, приведенную в основном стандарте, умножают на 5.

[d] Для оборудования, предназначенного для применения в назначениях SIL 3, число импульсов высокого уровня, приведенное в основном стандарте, умножают на 3.

[e] Например, «25/30 циклов» означает «25 циклов для испытания на 50 Гц» и «30 циклов для испытания на 60 Гц».

[f] С соединениями между частями оборудования/систем, не включенных в распределительную сеть постоянного тока, поступают как с портами сигнал I/O/управление.

[g] Только для линий > 30 м.

[h] Только для линий > 3 м.

7.3.3.3 Применение внешних устройств

Если помехоустойчивость к определенным электромагнитным помехам может быть достигнута с помощью внешних устройств, тогда эти устройства для целей настоящего стандарта считают составной частью БДОП, а их тип и требования к монтажу должны быть указаны в документации изготовителя. Если для достижения требуемой функциональной безопасности необходимы специальные требования к установке (например, установка по требованиям IEC 60204-1), тогда эти требования приводят в документации изготовителя. Входные силовые порты бесконтактных датчиков постоянного тока, питание которых осуществляется от SELV или PELV, не считают присоединенными к распределительной сети постоянного тока, а рассматривают как порты сигнала I/O/управления.

7.3.4 Конструирование и разработка БДОП

БДОП должны быть сконструированы и испытаны для подтверждения соответствия требованиям безопасности и требованиям, установленным в стандартах серии IEC 61508, IEC 62061 или ISO 13849-1, в зависимости от требований. Соответствие требованиям к полноте безопасности по отношению к систематическим отказам должно устанавливаться соответствием Route $1_н$ или $2_н$ [см. IEC 61508-2:2010 (подпункт 7.4.4.3)] и 1_s или 2_s [по IEC 61508-3:2010 (подпункт 7.4.2.12)] в зависимости от требований.

Примечание — В IEC 62061:2005, изменение 1 (2012) (раздел «Область применения», примечание 2) уточняет, что Route $2_н$ не подходит для назначений общего машиностроения.

7.4 Информация для потребителя

7.4.1 Назначение

Информация для потребителя предоставляется для того, чтобы дать возможность обеспечить требуемую функциональная безопасность БДОП на протяжении всего срока эксплуатации и обслуживания оборудования.

7.4.2 Документация по монтажу, эксплуатации и обслуживанию

Документация должна предоставлять информацию по монтажу, эксплуатации и обслуживанию БДОП. Согласно IEC 61508-2:2010 (приложение D) она должна иметь форму инструкции по безопасности и содержать:

- подробное описание установки и монтажа БДОП;
- указание предусмотренного назначения БДОП и принятия необходимых мер для предотвращения неправильного их применения;
- информацию о физической среде (например, освещение, вибрация, уровень шума, атмосферные загрязнения), по применению;
- схемы цепей;
- срок службы;
- интервал контрольных проверок, где необходимо;
- информацию о параметризации, где уместно;
- требования к обслуживанию применимо к БДОП, если имеются;
- спецификацию периодических испытаний, профилактического и ремонтного технического обслуживания.

Примечание 1 — Периодические испытания — это функциональные испытания на подтверждение правильного функционирования и обнаружение отказов. Они должны содержать описание принципов периодических проверок, отражать методы оценки результатов диагностической проверки и/или контрольной проверки.

Примечание 2 — Профилактическое техническое обслуживание является необходимой мерой, при ее наличии, для поддержания требуемой работоспособности БДОП.

Примечание 3 — Внеплановое техническое обслуживание (при необходимости ремонта) включает меры, предпринимаемые после возникновения отказов для приведения БДОП в исходное состояние.

8 Испытания

8.1 Виды испытаний

8.1.1 Общие положения

По IEC 60947-1:2007 (пункт 8.1.1).

8.1.2 Типовые испытания

По IEC 60947-1:2007 (пункт 8.1.2) со следующим дополнением:

- работоспособность в условиях отказа.

8.1.3 Контрольные испытания

По IEC 60947-5-2:2007 (пункт 8.1.3).

8.1.4 Выборочные испытания

По IEC 60947-1:2007 (пункт 8.1.4).

8.2 Соответствие требованиям к конструкции

По IEC 60947-1:2007 (подраздел 8.2), изменение 1 (2010), где применимо.

8.3 Работоспособность

8.3.1 Циклы испытаний

По IEC 60947-5-2:2007 (пункт 8.3.1).

8.3.2 Общие условия испытаний

8.3.2.1 Общие требования

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 8.3.2.1) по применению.

8.3.2.2 Испытательные параметры

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.2.2).

8.3.2.3 Протоколы испытаний

По IEC 60947-1:2007 ((подпункт 8.3.2.4).

8.3.3 Работоспособность в условиях отсутствия нагрузки, нормальной нагрузки и аномальной нагрузки

8.3.3.1 Срабатывание

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.1).

8.3.3.2 Пределы срабатывания

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 8.3.3.2).

8.3.3.3 Превышение температуры

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 8.3.3.3).

8.3.3.4 Электроизоляционные свойства

По IEC 60947-5-2:2007 (подпункт 8.3.4.4).

8.3.3.5 Включающая и отключающая способности

8.3.3.5.1 Общие положения

По IEC 60947-5-1:2003 (подпункт 8.3.3.5) и IEC 60947-5-2:2007 по применению.

8.3.3.5.2 Оценка

В ходе испытаний не должно происходить ни электрических, ни механических отказов, а также приваривания контактов, длительного установления дуги и расплавления предохранителей. Кондуктивные коммутационные перенапряжения не должны превышать значений номинального импульсного выдерживаемого напряжения, а рабочее расстояние дальности действия и расстояние дальности отпускания по 2.6.4 и 2.6.5 должны оставаться в заданных пределах.

8.3.4 Работоспособность в условиях тока короткого замыкания

По IEC 60947-5-1:2003 (пункт 8.3.4) и IEC 60947-5-2:2007, изменение 1 (2012) по применению.

8.4 Проверка рабочих расстояний

БДОП испытывают при рабочей температуре окружающей среды, а также при минимальном и максимальном предельных значениях температуры, указанных изготовителем, с максимальным рабочим напряжением и номинальным рабочим током на выходном коммутационном элементе до достижения теплового баланса.

Испытания проводят по IEC 60068-2-1 и IEC 60068-2-30, испытательный метод В.

После температурных испытаний измеряют рабочее расстояние дальности действия и расстояние дальности отпускания по IEC 60947-5-2:2007 (подраздел 8.4); они должны быть в пределах, указанных изготовителем.

8.5 Проверка вибро- и ударостойкости

Испытания проводят по IEC 60947-5-2:2007 (подраздел 7.4), за исключением автономных устройств управления и контроля. В каждом испытании состояние выходов должно быть неизменным.

Для автономных устройств управления и контроля испытание проводят по IEC 61131-2:2007 (пункт 6.3.5) со следующим дополнением.

В каждом испытании состояние выходов должно быть неизменным.

8.6 Проверка электромагнитной совместимости

Испытание проводят по IEC 60947-5-2:2007 (пункт 7.2.6). Кроме того, после испытания проверяют S_{ar} и S_{ao}.

9 Модификация

9.1 Цель

Данный раздел определяет процедуры модификации БДОП при конструировании, монтаже и подтверждении соответствия.

9.2 Процедура модификации

По IEC 61508-1:2010 (подраздел 7.16).

За исключением IEC 61508-1:2010 (подпункт 7.16.2.2).

Примечание — Основание для запроса на модификацию может возникать, например:

a) если функциональная безопасность ниже указанной;

b) из практики систематических отказов;

c) из-за изменения или появления нового законодательства по безопасности;

d) вследствие модификации EUC или его применения;

e) из-за изменения требований к общей безопасности;

f) при снижении работоспособности по анализу срабатываний и наблюдений при техническом обслуживании;

g) по аудиту функциональной безопасности.

Приложение А
(рекомендуемое)

Пример простой системы управления согласно серии IEC 61511

А.1 Описание

Система контроля уровня жидкости и управления регулирующим клапаном (см. рисунок А.1). Оборудование находится в опасной зоне (воспламеняющейся среде) и должно быть защищено в соответствии с требованиями:

a) датчик контроля уровня жидкости: зона 0 — раздел 1;

b) регулирующий клапан: зона 2 — раздел 2.

А.2 Спецификация требований безопасности

А.2.1 Функциональные требования

При переполнении клапан управления замыкается.

А.2.2 Требования к полноте безопасности

Оценка риска показывает, что для данной функции подходит SIL 2.

А.2.3 Условия применения

Режим с низкой частотой запросов (не более одного запроса к функции безопасности в год).

Время ликвидации для обнаруженных отказов — 8 ч.

Испытательный интервал — 12 мес.

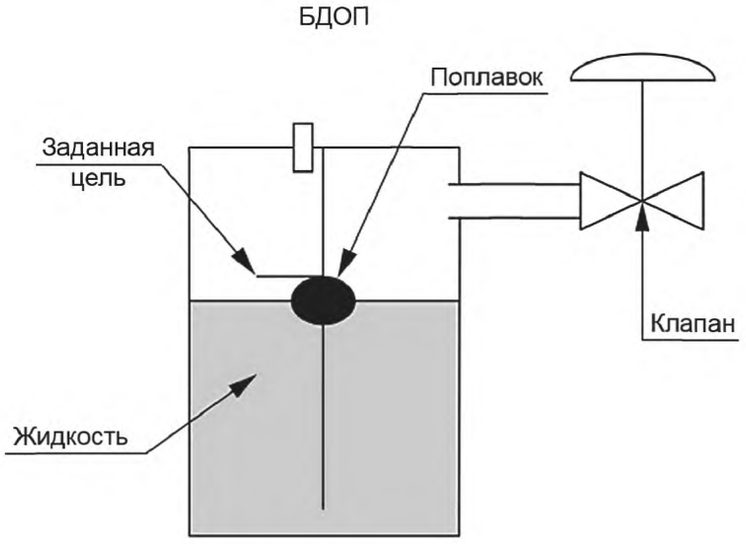

Рисунок А.1 — Схема управляемого оборудования

Примечание — В спецификации имеется ряд других требований, таких как качество источника питания, условия прямого технического обслуживания и т. д.

А.3 Реализация

В данном примере функция безопасности реализуется с помощью:

- бесконтактного датчика для поплавка (например, с выходом по IEC 60947-5-6);
- разделительного усилителя с релейным выходом;
- соленоидного привода.

Примечание — Так как энергия на выходе взрывобезопасного соленоидного привода слишком мала для питания шарового клапана, в данном примере необходимо ввести клапан управления;

- клапана управления;
- шарового клапана.

А.4 Сбор данных

Сбор достоверных структурных данных для каждого компонента, рассматриваемого на примере системы управления, приведен в таблице А.1.

Таблица А.1 — Сбор достоверных структурных данных

Датчик: бесконтактный индуктивный по IEC 60947-5-6	Разделительный усилитель: взрывобезопасный	Соленоидный привод: со взрывобезопасным выходом	Клапан управления: взрывобезопасный	Шаровый клапан: общего типа
SILCL по отношению к архитектурным ограничениям: 2 в одноканальной конфигурации SFF = 94,09 % λ_{DU} = 3,9 FIT λ_S = 62,1 FIT	SILCL по отношению к архитектурным ограничениям: 2 в одноканальной конфигурации SFF = 91,62 % λ_{DU} = 19 FIT λ_S = 208 FIT	SILCL по отношению к архитектурным ограничениям: 3 в одноканальной конфигурации SFF = 100 % λ_{DU} = 0 FIT λ_S = 1,3 FIT	SILCL по отношению к архитектурным ограничениям: 3 в одноканальной конфигурации SFF = 99 % λ_{DU} = 0 FIT λ_S = 0 FIT	SILCL по отношению к архитектурным ограничениям: 1 в одноканальной конфигурации SFF = 50 % λ_{DU} = 60 FIT λ_S = 60 FIT

Все компоненты, за исключением шарового клапана (структура только с SIL 1, SFF менее 90 %), обеспечивают функцию, связанную с безопасностью до SIL 2 согласно таблице 2 IEC 61508-2:2010. Для обеспечения функции, связанной с безопасностью всей системы, выходной канал (соленоидный привод, клапан управления и шаровый клапан) должен иметь архитектуру, как показано на рисунке А.2.

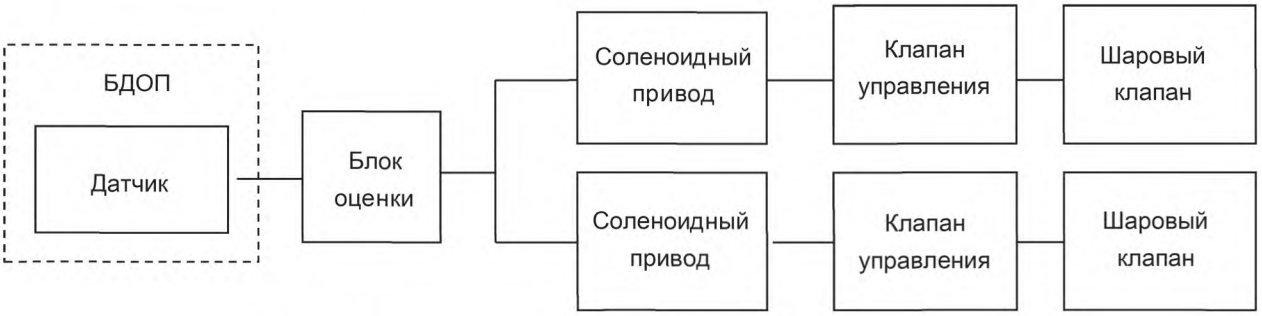

Рисунок А.2 — Архитектура функции, связанной с безопасностью

Входная подсистема (датчик и блок оценки):

$$\Sigma\lambda_{DU} = 3{,}9\ \text{FIT} + 19\ \text{FIT} = 22{,}9\ \text{FIT},$$

$$\Sigma\lambda_{\text{безопасности}} = 62{,}1\ \text{FIT} + 208\ \text{FIT} = 270{,}1\ \text{FIT}.$$

Расчет PFD входной подсистемы с применением формулы по IEC 61508-6:2010 (пункт B.3.2.2.1):

$$t_{CE} = \frac{\lambda_{DU}}{\lambda_D}\left(\frac{T_1}{2} + \text{MRT}\right) + \frac{\lambda_{DD}}{\lambda_D}\text{MTTR},$$

$$\text{PFD}_G = (\lambda_{DU} + \lambda_{DD})t_{CE},$$

$$\text{PFD}_{\text{входной канал}} = 3{,}75 \cdot 10^{-3}.$$

Выходная подсистема (соленоидные приводы и клапаны):

$$\lambda_{\text{DU одноканальная}} = 0 + 0 + 60 = 60\ \text{FIT},$$

$$\Sigma\lambda_{\text{безопасности одноканальная}} = 1{,}3 + 0 + 60 = 61{,}3\ \text{FIT}.$$

MTTR = MRT = 8 ч, если допустить, что время обнаружения опасного отказа намного меньше, чем MRT (не менее чем на порядок величины).

Расчеты окончательной PFD выходной подсистемы по формуле B.3.2.2.2 IEC 61508-6:2010 при допущении 10 % содержания отказов с общей причиной:

$$t_{CE} = \frac{\lambda_{DU}}{\lambda_D}\left(\frac{T_1}{2} + \text{MRT}\right) + \frac{\lambda_{DD}}{\lambda_D}\text{MTTR},$$

$$t_{GE} = \frac{\lambda_{DU}}{\lambda_D}\left(\frac{T_1}{3} + MRT\right) + \frac{\lambda_{DD}}{\lambda_D} MTTR,$$

$$PFD_G = 2((1-\beta_D)\lambda_{DD} + (1-\beta)\lambda_{DU})^2 t_{CE} t_{GE} + \beta_D \lambda_{DD} MTTR + \beta\lambda_{DU}\left(\frac{T_1}{2} + MRT\right),$$

$$PFD_{\text{выходной канал}} = 2{,}72 \cdot 10^{-6}.$$

$PFD_{\text{общая}} = PFD_{\text{входной канал}} + PFD_{\text{выходной канал}} = 3{,}75 \cdot 10^{-3}$, что находится в диапазоне, допустимом для SIL 2 (таблица 2 IEC 61508-1:2010).

Результат вычислений:

SIL по PFD: SIL 2.

A.5 Результаты

SIL по архитектуре: SIL 2.

SIL по PFD: SIL 2.

SIL по функции безопасности: SIL 2.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60068-2-1:2007	MOD	ГОСТ 28199—89 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание А: Холод»
IEC 60068-2-30:2005	MOD	ГОСТ 28216—89 (МЭК 60068-2-30—87) «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Db и руководство: Влажное тепло, циклическое (12+12-часовой цикл)»
IEC 60529:1989	MOD	ГОСТ 14254—2015 «Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (Код IP)»
IEC 60947-1:2007	IDT	ГОСТ IEC 60947-1:2014 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила»
IEC 60947-5-1:2003	MOD	ГОСТ IEC 60947-5-1—2014 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические аппараты для цепей управления»
IEC 60947-5-2:2007	IDT	ГОСТ IEC 60947-5-2—2012 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-2. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Бесконтактные датчики»
IEC 61000-4-2:2008	MOD	ГОСТ 30804.4.2—2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний»
IEC 61000-4-3:2006	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-3—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю»
IEC 61000-4-4:2012	MOD	ГОСТ 30804.4.4—2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний»
IEC 61000-4-5:2005	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-5—2014 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к микросекундным импульсам большой энергии»
IEC 61000-4-6:2008	MOD	ГОСТ 30804.4.6—2002 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний»
IEC 61000-4-8:2009	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-8—2013 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-8. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты»
IEC 61000-4-11:2004	MOD	ГОСТ 30804.4.11—2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний»
IEC 61131-2:2007	IDT	ГОСТ IEC 61131-2—2012 «Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 61508-1:2010	—	*
IEC 61508-2:2010	—	*
IEC 61508-3:2010	—	*
IEC 62061:2005	—	*
ISO 13849-1:2006	IDT	ГОСТ ISO 13849-1—2014 «Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Нормы и методы испытаний»

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

IEC 60050-191:1990 International Electrofechnical Vocabulary — Chapter 191: Dependability and quality of service. Amendment 1:1999, Amendment 2:2002
(Международный электротехнический словарь. Глава 191. Надежность и качество услуг)

IEC 60050-441:1984 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses. Amendment 1:2000
(Международный электротехнический словарь. Глава 441. Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители)

IEC 60068-2-6:2007 Environmental testing — Part 2-6: Tests — Test Fc: Vibration (sinusoidal)
[Основные методы испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание FC и руководство. Вибрация (синусоидальная)]

IEC 60068-2-14:2009 Environmental testing — Part 2-14: Tests — Test N: Change of temperature
(Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-14. Испытания. Испытание N: Смена температуры)

IEC 60068-2-27:2008 Environmental testing — Part 2-27: Tests — Test Ea and guidance: Shock
(Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Часть 2-27. Испытания. Испытание Ea и руководство: Удар)

IEC 60204-1:2005 Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements. Amendment 1:2008
(Электрооборудование промышленных машин. Безопасность. Часть 1. Общие требования)

IEC 60364 (all parts) Low-voltage electrical installations
(Электрические установки зданий)

IEC 60445:2010 Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification — Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors
(Интерфейс человек — машина, маркировка, идентификация. Основные принципы и принципы безопасности. Идентификация выводов, концов проводов и проводников электрооборудования)

IEC 60947-5-6:1999 Low-vottage switchgear and controtgear — Part 5-6: Control circuit devices and switching elements — DC interface for proximity sensors and switching amplifiers (NAMUR)
[Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 5-6. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Интерфейс постоянного тока для бесконтактных датчиков и переключающих усилителей (NAMUR)]

IEC 61000-3-2:2005 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-2: Limits — Limits for harmonic current emissions (equipment input current < 16 A per phase). Amendment 1:2008, Amendment 2:2009
[Электромагнитная совместимость. Часть 3-2. Пределы. Пределы выбросов для синусоидального тока (оборудование с входным током меньше или равным 16 А на фазу)]

IEC 61000-3-3:2008 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-3: Limits — Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current £16 A per phase and not subject to conditional connection
(Электромагнитная совместимость. Часть 3-3. Пределы. Ограничение изменений напряжения, флуктуации напряжения и фликкер-шума в распределительных низковольтных системах питания для оборудования с номинальным током не более 16 А на фазу и не подлежащих условному соединению)

IEC 61000-4-13:2002 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-13: Testing and measurement techniques — Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests. Amendment 1:2009
(Электромагнитная совместимость. Часть 4-13. Методики испытаний и измерений. Испытания низкочастотной помехозащитности от воздействия гармоник и промежуточных гармоник, включая сетевые сигналы, передаваемые в сеть переменного тока)

IEC 61140:2001 Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment. Amendment 1:2004
(Защита от поражения электрическим током. Общие аспекты, связанные с электроустановками и электрооборудованием)

IEC 61165:2006 Application of Markov techniques
(Применение методики Маркова для анализа общей надежности)

IEC 61326-3-1:2008	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use — EMC requirements — Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) — General industrial applications (Электрооборудование для измерения, управления и лабораторного использования. Требования к электромагнитной совместимости. Часть 3-1. Требования электромагнитной совместимости к системам, связанным с безопасностью, и к оборудованию, выполняющему функции безопасности. Общие промышленные применения)
IEC 61496-1:2012	Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 1: General requirements and tests (Безопасность машин. Защитная электрочувствительная аппаратура. Часть 1. Общие требования и испытания)
IEC 61496-2:2013	Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs) [Безопасность машин. Защитная электрочувствительная аппаратура. Часть 2. Частные требования к аппаратуре, использующей активные оптоэлектронные защитные приборы (AOPD)]
IEC 61496-3:2008	Safety of machinery — Electro-sensitive protective equipment — Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR) (Безопасность машин. Защитная электрочувствительная аппаратура. Часть 3. Частные требования к активным оптоэлектронным защитным приборам, чувствительным к рассеянному отражению)
IEC 61508-4:2010	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 4: Definitions and abbreviations (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 4. Определения и сокращения)
IEC 61508-5:2010	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 5: Examples of methods for the determination of safety integrity levels (Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Часть 5. Примеры методов для определения уровней целостности защиты)
IEC 61508-6:2010	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508-2 and IEC 61508-3 (Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 6. Руководящие указания по применению стандартов IEC 61508-2 и IEC 61508-3)
[EC 61508-7:2010	Functional safety of etectricat/etectronic/programmable electronic safety-related systems — Part 7: Overview of techniques and measures (Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, обеспечивающих безопасность. Часть 7. Обзор методов и средств измерения)
IEC 61511 (all parts)	Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector (Безопасность функциональная. Система безопасности, обеспечиваемая приборами для сектора обрабатывающей отрасли промышленности)
IEC 61511-1:2003	Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector — Part 1: Framework, definitions, system, hardware and software requirements (Безопасность функциональная. Система безопасности, обеспечиваемая приборами для сектора обрабатывающей отрасли промышленности. Часть 1. Требования к структуре, определениям, системе и программному и аппаратному обеспечению)
IEC 61511-2:2003	Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector — Part 2: Guidelines for the application of IEC 61511-1 (Безопасность функциональная. Системы безопасности, обеспечиваемые приборами для сектора обрабатывающей промышленности. Часть 2. Руководящие указания к применению IEC 61511-1)
IEC 61511-3:2003	Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector — Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels (Безопасность функциональная. Система безопасности, обеспечиваемая приборами для сектора обрабатывающей отрасли промышленности. Часть 3. Руководство для определения необходимых уровней работоспособности)

IEC/TR 62380:2004	Reliability data handbook — Universal model tor reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment [Справочник данных по надежности. Универсальная модель для прогнозирования надежности электронных компонентов, печатных плат (PCB) и оборудования]
CISPR 11:2009	Industrial, scientific and medical equipment — Radio-frequency disturbance characteristics — Limits and methods of measurement. Amendment 1:2010 (Оборудование радиочастотное промышленное, научно-исследовательское, медицинское. Характеристики электромагнитных помех. Предельные значения и методы измерения)
ISO 14119:1998	Safety of machinery — Interlocking devices associated with guards — Principles for design and selection. Amendment 1:2007 (Безопасность машин. Блокировочные устройства для ограждений. Принципы конструкции и выбора)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.130.20 IDT

Ключевые слова: низковольтные аппараты распределения и управления, близко расположенные устройства, бесконтактные датчики, устройства с определенным поведением в условиях отказа

БЗ 9—2017/148

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Л.В. Софейчук*

Сдано в набор 13.11.2018. Подписано в печать 17.12.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,36.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru