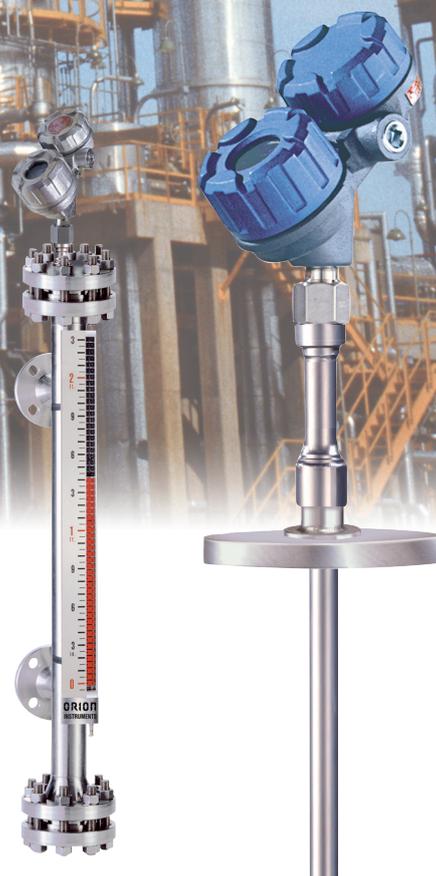




ПОНИМАНИЕ УРОВНЯ ПОЛНОТЫ БЕЗОПАСНОСТИ



СЕРИЯ «ОСОБЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ»



**Взрыв на бензохранилище
Бансфилд**

Утром 12 ноября 2005 г на бензохранилище Бансфилд к северу от Лондона прогремел самый мощный со времен Второй мировой войны взрыв. Детонировало 72 миллиона галлонов топлива, дав толчок мощностью 2.4 балла по шкале Рихтера. Предотвращению именно таких катастроф, как в Бансфилде, Техасе и Бхопале и посвящается эта брошюра.

НОВЫЕ СТАНДАРТЫ БЕЗОПАСНОСТИ



Защита

Людей

Прибыли

Производительности

и Окружающей среды

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ

TUV (Бавария): Микрокомпьютеры в системах обеспечения безопасности (1984)

HSE (СК): Программируемые электронные системы для обеспечения безопасности (1987)

OSHA (29 CFR 1910.119) (1992): Управление безопасностью процессов с высокоопасными химикатами

Американское общество приборостроителей ANSI/ISA 84 (2004): Инструментальная система безопасности в перерабатывающей промышленности

Международная электротехническая комиссия (1998-2003)

МЭК 61508 (2000): Общий подход к функциональным системам безопасности

МЭК 61511 (2003): Переложение стандарта МЭК 61508 специально для перерабатывающих отраслей промышленности.

В доцифровые времена промышленная безопасность сводилась к приемам безопасной работы, контролю опасных материалов, а также к «бронированию» персонала и оборудования. Сегодня безопасность проникает гораздо глубже в сложную производственную инфраструктуру, распространяя свою защиту на все, вплоть до финансовых результатов. Благодаря техническим усовершенствованиям, современные системы безопасности не только снижают риск, но и нередко обеспечивают повышение надежности, производительности и доходности производства.

В перерабатывающих отраслях промышленности безопасность имеет первостепенное значение. Высокие температуры и давление, легко воспламеняющиеся и токсичные материалы - вот лишь некоторые факторы риска, с которыми сталкиваются здесь каждый день.

Ключевой составляющей безопасности выступает надежность: чем надежнее механизм, тем безопаснее критический процесс. Результатом многолетних трудов комитета SP84 Американского общества приборостроителей стала разработка стандартов безопасности МЭК 61508 и МЭК 61511, которые применяются сейчас по всему миру. Особенную важность для нас представляет стандарт МЭК 61511, т.к. он предназначен специально для перерабатывающих отраслей. В нем, как ни в каком другом стандарте, раскрыта количественная мера безопасности. Хотя он адресован пользователям, применяющим системы аварийного отключения (АО), заложенное в нем определение надежности служит для всех критерием отличия превосходных изделий от просто хороших. Уровень Полноты Безопасности (УПБ, Safety Integrity Level, SIL) и Доля Безопасных Отказов (ДБО, Safe Failure Fraction, SFF) представляют собой два основания для объективной оценки надежности приборов разных изготовителей.

Надежность. Хотя речь в настоящей брошюре пойдет о применении стандартов в противоаварийной защите и системах аварийного отключения, более чем в 90% случаев эта информация используется в целях, не связанных с безопасностью. Уровень Полноты Безопасности в настоящее время служит показателем надежности вообще, т.е. чем больше цифра, тем надежнее прибор.

Понимание риска. Цель всех стандартов безопасности - снижение риска, который обязательно присутствует в процессах производства и переработки. Полностью устранить риск и обеспечить абсолютную безопасность невозможно. Но его можно классифицировать на незначительный, допустимый и неприемлемый. Поэтому, задача любой современной системы безопасности состоит в снижении риска до приемлемого или допустимого уровня. В этом контексте безопасность можно определить как «отсутствие неприемлемых рисков».

Формула риска имеет следующий вид:

РИСК = ЧАСТОТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ x ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

Риск можно свести к минимуму несколькими способами: выстроить изначально безопасный процесс, внедрить базовую АСУТП, и, наконец, использовать систему аварийного отключения.

Многоуровневая защита. Большая часть работы по оценке рисков, включая анализ опасностей и рисков, должна выполняться самим заказчиком для того, чтобы определить общие требования к снижению риска и распределить эти требования по автономным уровням защиты. Никакая мера безопасности сама по себе не может устранить риск и защитить людей и оборудование от вреда или снизить распространение этого вреда в случае происшествия. Вот почему безопасность строится по многоуровневому принципу, и состоит из последовательности механических устройств, элементов управления техпроцессом, систем аварийного отключения и мер внешнего реагирования, предотвращающих или снижающих последствия опасного события. Если один уровень защиты подведет, последующие уровни приведут систему в безопасное состояние. Если какой-либо уровень защиты представлен инструментальной функцией безопасности (ИФБ, Safety Instrumented Function, SIF), то степень снижения риска этим уровнем определяет его уровень полноты безопасности (УПБ). С увеличением числа уровней защиты и возрастанием надежности повышается и безопасность процесса. На рисунке 1 изображена последовательность уровней защиты в порядке их срабатывания.

Анализ опасностей. Требуемое число уровней защиты определяется при помощи анализа опасностей технологического процесса (Process Hazards Analysis, PHA). В зависимости от сложности технологических операций и критичности неотъемлемых рисков, такой анализ может иметь форму от простого скрининга до тщательного исследования опасности и работоспособности (HAZOP) с переоценкой технологических, электрических, механических, инструментальных и управленческих составляющих, а также параметров безопасности. Как только опасности и риски были проанализированы, можно определить, находятся ли они на приемлемом уровне. Если исследование покажет недостаточность используемых средств защиты, потребуются внедрение инструментальной системы безопасности (ИСБ, Safety Instrumented System, SIS).

Рисунок 1
Уровни защиты*



*Диаграмма выше основана на анализе уровней защиты, описанном в Приложении F Части 3 стандарта МЭК 61511.

Инструментальная Система Безопасности (ИСБ / SIS)

В построении уровня защиты вокруг производственного процесса главную роль играет инструментальная система безопасности. Система защиты независимо от названия, будь то ИСБ, система экстренного или аварийного отключения или защитная блокировка, служит для перевода процесса в

«безопасное состояние» при превышении заданных технологических параметров или при нарушении условий безопасного рабочего режима. ИСБ состоит из функций безопасности (см. ИФБ ниже), выполняемых датчиками, логическими вычислителями и исполнительными механизмами. На рисунке 2 схематически представлены ее основные компоненты:

- Датчики: электропитание и прием сигнала
- Прием и обработка входного сигнала
- Логический вычислитель с питанием и коммуникациями
- Обработка и передача выходного сигнала, питание
- Приводы (клапанов, устройств переключения): функция окончательного контроля

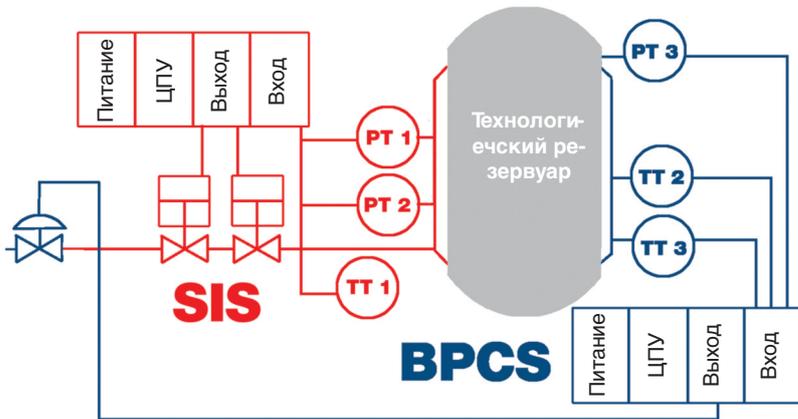


Рисунок 2.

Схематическое изображение функционального разделения ИСБ (красный) и базовой АСУТП (синий).

ИФБ: Инструментальные функции безопасности.

Инструментальная функция безопасности - это функция безопасности с определенным уровнем полноты безопасности, который реализуется через инструментальную систему безопасности с целью достижения или поддержания безопасного состояния рабочей системы. Выполняющие функцию безопасности датчики, логические вычислители и исполнительные механизмы работают сообща, чтобы обнаружить опасность и привести процесс в безопасное состояние. Вот пример инструментальной функции безопасности: в емкости при повышении давления срабатывает выпускной клапан. Особой угрозой безопасности в емкости выступает чрезмерное давление. Когда давление выходит за пределы нормального ограничения, это регистрирует датчик давления. Логика (ПЛК, реле, аппаратное УЧПУ и т.д.) дает команду выпускному клапану на открытие и возвращает тем самым систему в безопасное состояние. По сути, доступность данных о надёжности позволила улучшить систему безопасности, описанную в нашем примере, при помощи системы управления рабочим давлением с высоким уровнем интеграции (High Integrity Process Pressure System, HIPPS) таким образом, что и сам риск выброса в окружающую среду был исключен. При использовании HIPPS все управляющие устройства являются такими точными и надежными, что даже нет необходимости сбрасывать избыточное давление в атмосферу или использовать предохранительный клапан.

Аналогично защитным функциям в автомобиле, ИФБ может иметь постоянное действие, как, например, рулевое управление, или переменное действие, как подушка безопасности. Функция безопасности, работающая в режиме по запросу, выполняется только когда требуется перевести контролируемое оборудование (Equipment Under Control, EUC) в определенное состояние. Функция же безопасности, выполняемая в постоянном режиме, следит за сохранением безопасного состояния контролируемого оборудования. Рисунок 3 иллюстрирует связь между ИСБ, выполняемыми ей инструментальными функциями безопасности и уровнем полноты безопасности, назначенным для каждой ИФБ.



Рисунок 3.

Инструментальная система безопасности имеет одну или несколько функций безопасности (ИФБ), каждая из которых обеспечивает степень снижения риска, обозначенную ее уровнем полноты безопасности. Система и оборудование сами по себе НЕ имеют определенного УПБ. Считается лишь, что элементы управления технологическим процессом «пригодны для использования» в среде с определенной полнотой безопасности SIL.

Жизненный цикл системы безопасности. Ранее мы упоминали о том, как при помощи анализа опасностей и рисков можно определить потребность в ИСБ. Эта оценка является лишь частью жизненного цикла системы безопасности, определенного всеми основными стандартами безопасности. Жизненный цикл системы безопасности представляет систематический подход к разработке и развитию ИСБ. Упрощенный вариант представлен на рисунке 4.

Уровень Полноты Безопасности (УПБ / SIL)

До какой степени можно ожидать, что процесс будет безопасен? И в случае отказа до какой степени можно ожидать, что этот отказ будет безопасным? Ответ на эти вопросы заключается в назначении целевого уровня полноты безопасности (SIL). УПБ являются мерой риска конкретного производственного процесса.

ВАЖНО: Неправильно называть какое-либо устройство «SIL 1» или «SIL 2». Например, принято называть Eclipse 705 (51A) «прибором SIL 2». Это будет не совсем точно, т.к. нужно учитывать контур управления в целом. Технически можно сказать, что прибор «годен для использования в системе с определенным УПБ». Например, «Eclipse 705 (51A) пригоден для использования в системах с уровнем полноты безопасности SIL 3».

Четыре уровня полноты безопасности. Раньше представление о безопасности сводилось к делению всех процессов на безопасные и небезопасные. Однако, в новых стандартах безопасность не рассматривается как бинарная характеристика, а напротив стратифицируется на четыре дискретных уровня. Каждый уровень представляет определенную степень снижения риска. Чем выше уровень полноты безопасности, тем больший эффект имеет отказ и тем ниже допустимая доля отказов.

Уровень полноты безопасности представляет собой способ указания допустимой доли отказов для конкретной функции безопасности. Стандарты требуют назначения УПБ для любой новой или модифицированной функции безопасности внутри конкретной инструментальной системы безопасности. Назначение УПБ - это решение, требующее более глубокого анализа опасностей. Назначение УПБ основано на степени снижения риска, необходимой для поддержания риска на допустимом уровне. Кроме того, все варианты проекта инструментальной системы безопасности, ее эксплуатации и технического обслуживания должны быть выверены в соответствии с целевым УПБ. Это гарантирует способность ИСБ снизить определенный производственный риск.

Отказоустойчивость оборудования. Стандарт МЭК 61508-4 определяет «отказоустойчивость» как «способность функционального устройства продолжать выполнять требуемую функцию при возникновении ошибок и неисправностей». Следовательно, отказоустойчивость оборудования можно определить как способность оборудования (физических и программных компонентов уровнемера) продолжать выполнять требуемую функцию при возникновении ошибок и неисправностей. Отказоустойчивость оборудования, равная нулю, означает, что если возникнет хотя бы одна неисправность, уровнемер не сможет выполнять свою функцию (измерять уровень). Отказоустойчивость оборудования, равная N, означает, что число неисправностей N+1 может вызвать сбой функции безопасности. Если какой-либо прибор анализируется на предмет отказов и их последствий (FMEDA), полученная доля безопасных отказов будет иметь соответствующую отказоустойчивость оборудования, равную нулю.

Рисунок 4.

Жизненный цикл системы безопасности - это последовательный подход к разработке инструментальной системы безопасности (ИСБ). Упоминание жизненного цикла системы безопасности можно найти в стандартах ANSI/ISA 84.00.01 (Части 1-3); МЭК 61508 (Часть 1); и МЭК 61511 (Части 1-3).



Тип В (сложные устройства) Таблица 3 из МЭК 61508			
Доля безопасных отказов	Отказоустойчивость оборудования		
	0	1	2
<60%	Нет	SIL 1	SIL 2
60% to <90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% to <99%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
≥99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4

Рисунок 5. УБП и связанные показатели*

SIL/УПБ	Степень готовности	PFD _{avg}	Степень готовности	Качественное последствие
4	>99.99%	10 ⁻⁵ to <10 ⁻⁴	100,000 to 10,000	Вероятность смертельных несчастных случаев в населенном пункте
3	99.9%	10 ⁻⁴ to <10 ⁻³	10,000 to 1,000	Вероятность группового смертельного несчастного случая на производстве
2	99 to 99.9%	10 ⁻³ to <10 ⁻²	1,000 to 100	Вероятность тяжелого или смертельного несчастного случая на производстве
1	90 to 99%	10 ⁻² to <10 ⁻¹	100 to 10	Вероятность легкого несчастного случая на производстве

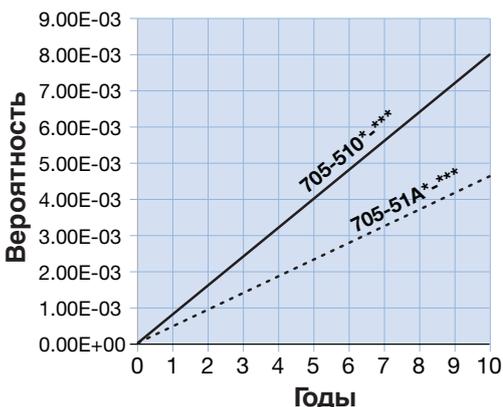
SIL/УПБ: Уровень Полноты Безопасности.

УПБ: Уровень Полноты Безопасности.

PFD_{avg}: Средняя вероятность отказа по требованию, используется для расчета надежности системы безопасности. (PFD: вероятность отказа по требованию - это вероятность того, что система не сможет отреагировать на требование к действию, предъявляемое в случае возникновения опасной ситуации).

* Стандарты МЭК и ANSI/ISA применяют таблицы, охватывающие схожие диапазоны значений PFD. Однако, в стандарте ANSI/ISA отсутствует уровень полноты безопасности SIL 4. Стандартные устройства управления техпроцессом для этого уровня еще не были определены и испытаны.

Значение PFD_{AVG}(t) модели Eclipse 705



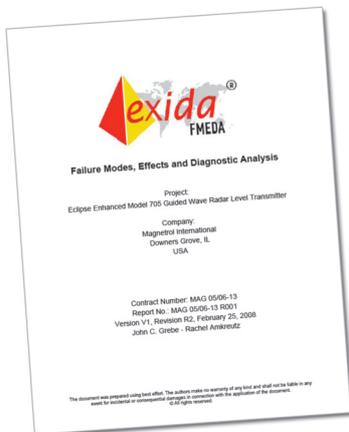
Определение УПБ - Процесс. Если анализ опасностей технологического процесса определит, что требуется применение инструментальной системы безопасности, необходимо назначить целевой УПБ и достаточный уровень снижения риска для ИСБ. Эффективность ИСБ определяется «вероятностью того, что она не сможет выполнить требуемую функцию при получении соответствующего запроса». Это и есть ее вероятность отказа по требованию (PFD). Средняя вероятность отказа по требованию (PFD_{avg}) используется при оценке УПБ. Рисунок 5 показывает связь между средней вероятностью отказа по требованию, степенью готовности системы безопасности и значениями уровня полноты безопасности.

Для оценки целевого УПБ применяют различные методики. В определении уровней должны участвовать люди, имеющие достаточный опыт и знания в этой области. Методы определения УПБ включают метод простых расчетов, метод дерева ошибок, метод анализа уровней защиты, анализ Маркова, а также некоторые другие.

Определение УПБ - Приборы

Уровни полноты безопасности для полевых приборов устанавливаются двумя методами:

- **FMEDA** (анализ отказов и их последствий): рекомендуется сертификация третьими лицами, такими как Exida или TÜV, хотя изготовитель может и сам присвоить УПБ. Стандарты МЭК 61508/61511 постулируют необходимость применения систематической методики анализа для определения доли отказов, способов отказов и возможностей проведения диагностических тестов.
- «Апробированный пользователем»: методика применяется для приборов, которые уже много лет на рынке, и будут использоваться в известном процессе. Этот подход требует, чтобы прибор отработал достаточное количество часов, имел богатую историю эксплуатации, систему регистрации неисправностей, а также обширные полевые данные об ошибках для выявления доказательств систематических конструкционных недоработок продукта. В стандарте МЭК 61508 представлены необходимые требования к эксплуатационной истории для каждого уровня полноты безопасности. Существует общее мнение, что при сравнении аналогичных данных эта методика имеет большую ценность, если проводится пользователем в конкретных производственных условиях. Методика имеет меньшую надежность, если выполняется изготовителем, т.к. его данные могут не подойти для конкретных производственных условий заказчика.



Если Вы используете предоставленные изготовителем данные методики «апробированный пользователем», потому что выбранный Вами продукт не соответствует требуемому уровню по результатам анализа отказов и их последствий, имейте ввиду, что в этом случае к конечному пользователю предъявляются серьезные требования. Чтобы обеспечить требуемый опыт полевой работы, необходимо использовать зрелый продукт, а его конструкция и узлы должны быть «неизменными во времени», т.е. не допускать модификаций, улучшений или простого конфигурирования, в противном случае данные методики «апробированный пользователем» могут стать непригодными для использования.

Ключевым результатом анализов выступает определение доли безопасных отказов (ДБО) для изделия. На рисунке 6 ниже показана взаимосвязь значений ДБО, УПБ и эффектов резервирования.

Рисунок 6

Доля безопасных отказов (ДБО) (для приборов типа В с микропроцессором)	Нет резервирования	Одинарное резервирование	Двойное резервирование
<60%	Запрещено	SIL 1	SIL 2
60%<90% (конкуренты)	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90%<99% (Eclipse, Jupiter, E3)	SIL 2	SIL 3	SIL 4
>99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4

Хотя два устройства с уровнем SIL 1 могут быть использованы вместе для достижения уровня SIL 2, а два устройства с уровнем SIL 2 могут быть использованы вместе для достижения уровня SIL 3 (как может показаться из таблицы выше), это не происходит автоматически. Использование резервирования для достижения более высокого УПБ имеет дополнительные требования, не связанные с аппаратной частью. Они заключаются в т.н. систематической безопасности, которая включает также и целостность ПО.

Важно отметить, что самым традиционным подходом к резервированию является использование неодинаковых технологий. Это снижает долю отказов, связанных с особенностями применения.

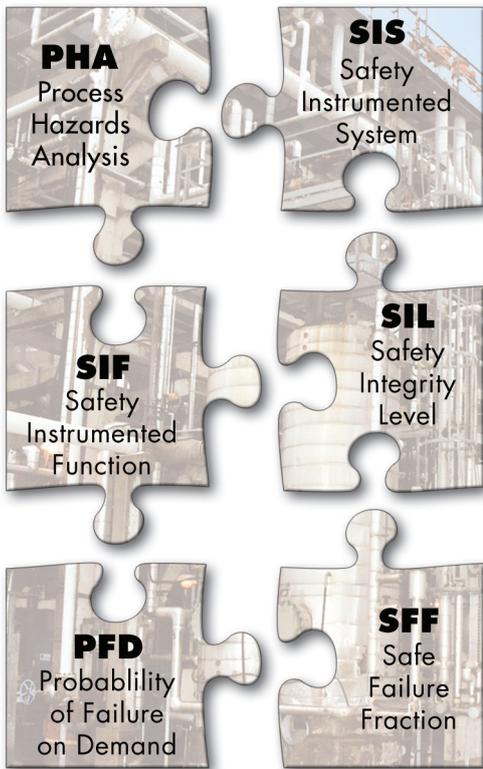
Рисунок 7. Обозначение отказов

	Обнаруженный	Необнаруженный
Опасный	неважный	неважный
Опасный	Важный, но приземлемый, т.к. обнаружен	

В основе определения доли безопасных отказов лежит понимание типов отказов и способности прибора их обнаружить. На рисунке 7 приведена элементарная взаимосвязь.

Ясно видно, что самым критичным типом отказа является Опасный Необнаруженный. Например, уровнемер Eclipse 705 (51A) имеет ДБО 91.9 % с 130 опасными необнаруженными отказами; это значит, что 91.9 % всех отказов обнаруженные или безопасные (неважные). И наоборот, 130 отказов составляют оставшиеся 8.1 % и являются опасными и необнаруженными (см. стр. 10-11). Чем ниже число опасных необнаруженных отказов, тем лучше. Даже если оценка прибора осуществляется не в целях безопасности, этот параметр играет важную роль при определении надежности.

МЭК 61508/61511



Обобщая вышеизложенное

Новичку порой сложно постичь понятие безопасности как количественной характеристики, раскрытое в стандартах МЭК 61508/61511. Трудно сходу увязать между собой различные аспекты анализа. Ниже приведен подход, дающий ясное понимание ключевых терминов, о которых говорилось в этой брошюре. Предполагается, что эта информация послужит справочником по безопасности для «новичка».

PHA (анализ опасностей технологического процесса): с этого все и начинается. Это анализ технологического процесса, который может иметь форму как простого скрининга, так и тщательного исследования опасности и работоспособности (HAZOP). PHA поможет определить необходимость использования инструментальной системы безопасности.

Инструментальная Система Безопасности (ИСБ / SIS): ее цель - приведение процесса в безопасное состояние при превышении заданных технологических параметров или при нарушении условий безопасного рабочего режима. Цель достигается при помощи инструментальных функций безопасности.

Инструментальная функция безопасности (ИФБ / SIF): один контур управления ИСБ, спроектированный для достижения и поддержания безопасного состояния. Выполняющие функцию безопасности датчики, логические вычислители и исполнительные механизмы работают сообща, чтобы обнаружить опасность и привести процесс в безопасное состояние. Выбор устройств для выполнения ИФБ зависит от требуемого уровня полноты безопасности.

Уровень Полноты Безопасности (УПБ / SIL): способ указания допустимой доли отказов для конкретной функции безопасности. Выделяются четыре дискретных уровня безопасности (1-4). Каждый уровень представляет определенную степень снижения риска. Чем выше уровень полноты безопасности, тем больший эффект имеет отказ и тем ниже допустимая доля отказов. Значения УПБ связаны с вероятностью отказа по требованию и долей безопасных отказов. Уровень полноты безопасности ограничивается расчетными величинами этих параметров.

PFD (вероятность отказа по требованию): вероятность того, что устройство не сможет выполнить требуемую функцию при получении соответствующего запроса. Средняя вероятность отказа по требованию (PFD_{avg} - доля отказа всех компонентов инструментальной функции безопасности) используется для оценки уровня полноты безопасности.

ДБО / SFF (доля безопасных отказов): число, означающее вероятность отказов, которые могут быть определены устройством, или являются безопасными и не имеют эффекта. Ключевым параметром в этом расчете выступает доля опасных необнаруженных отказов - таких отказов, которые не определены и имеют эффект.

Данные отчёта по анализу отказов, их последствий и диагностике прибора (FMEDA)

Оценка соответствия приборов уровням полноты безопасности.

Анализ отказов и их последствий (FMEDA) представляет собой детальную оценку технических характеристик, которая определяет долю отказов, способов отказов и возможностей проведения диагностических тестов. На следующих страницах приводятся данные для конкретных приборов.

В качестве справочной информации могут быть использованы следующие толкования ключевых данных анализа отказов и их последствий для приборов Magnetrol, имеющих возможность присвоения уровня SIL.

- **ОТКАЗ ОПАСНЫЙ ОБНАРУЖЕННЫЙ (I_{dd})** Опасные отказы, обнаруженные средствами самодиагностики или подключаемого логического вычислителя.
- **ОТКАЗ ОПАСНЫЙ НЕОБНАРУЖЕННЫЙ (I_{du})** Опасные отказы, которые устройство обнаружить не может.
- **ОТКАЗ БЕЗОПАСНЫЙ (I_{sd} и I_{su})** Безопасные отказы (обнаруженные и необнаруженные), которые переводят систему в безопасный режим без требования со стороны процесса.
- **FITS** отказы во времени (Failures in Time, FIT), где 1 FIT = 1×10^{-9} отказов в час. Во втором столбце представлены среднегодовые данные, т.к. они также представляют важность при оценке.
- **ТИП УСТРОЙСТВА** Устройства типа «А» - это приборы, не использующие сложные микросхемы и микропроцессоры, а все вероятные отказы определены для каждого компонента. Устройства типа «В» имеют микропроцессоры, а способ отказов каждого компонента не полностью определен.
- **MTBF** Среднее время между отказами рассчитывается по данным анализа отказов и их последствий по следующей формуле:

$$\frac{1}{(\lambda_{dd} + \lambda_{du} + \lambda_{sd} + \lambda_{su})} * (10^9) * 8760$$
- **МОДЕЛЬ** Обозначение марки и модели прибора (например, Eclipse® 706).

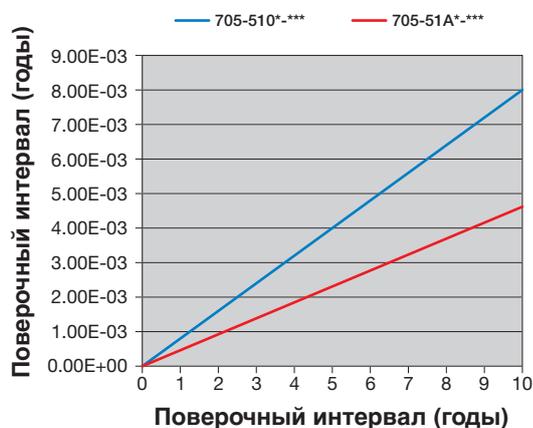
- **ДБО / SFF** Доля безопасных отказов - это процент безопасных отказов от общего числа всех отказов: $SFF = 1 - \lambda_{du} / \lambda_{total}$

Например, ДБО 93% уровня Eclipse 706-511 означает, что устройство само может обнаружить 93 % всех отказов, или они являются безопасными и не имеют эффекта.

- **УПБ / SIL** Уровень Полноты Безопасности прибора согласно МЭК 61511. Уровень Полноты Безопасности соответствует диапазону величин полноты безопасности (SIL 1, 2, 3 или 4), определяемым как средняя вероятность отказа по требованию и как доля безопасных отказов. Резервируемые датчики могут повысить УПБ, это обычно указывается так: "1 как 1 из 1 / 2 как 1 из 2," что означает: SIL 1, если используется одно устройство из одного; SIL 2, если используется одно устройство из двух.
- **PFDavg** Средняя вероятность отказа по требованию. Это вероятность того, что функция безопасности не сработает при необходимости к действию (в случае возникновения потенциально опасной ситуации, которую должна обнаружить эта функция безопасности). Она соответствует мере неспособности выполнить предполагаемую функцию в безопасный промежуток времени.

- **ПОВЕРОЧНЫЙ ИНТЕРВАЛ** Частота, с которой проводится ручное тестирование для выявления отказов, не обнаруженных автоматической или оперативной диагностикой.

Значения $PFD_{AVG}(t)$ для модели Eclipse 705



Приборы

Magnetrol®
 соответствующие SIL

- Указанный ниже УПБ соответствует МЭК 61508/61511.
- Доли отказов выражены в отказах во времени и среднегодовых отказах.
- PFDavg рассчитывается в соответствии с поверочным интервалом в один год, хотя могут применяться и другие поверочные интервалы.
- Доля отказов уровнемеров предполагает, что логический вычислитель может обнаружить ток выше верхнего предела и ниже нижнего предела шкалы.
- Для ознакомления с отчётами по анализу отказов, их последствий и диагностике обращайтесь в компанию Magnetrol.

Марка и Описание		Модель
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	 Радарный волноводный уровнемер Eclipse® 706 Eclipse модели 706 - это уровнемер с питанием по токовой петле 24 В, используемый с различными зондами: коаксиальными, одно- и двухстержневыми. Производительность прибора не зависит от среды и способен определять уровень малых диэлектрических жидкостей и сухих веществ.	706 (511)
	 Волноводный уровнемер Eclipse® 705 Модель 705 - уровнемер с питанием по токовой петле 24VDC, использует коаксиальные, двухстержневые и одностержневые зонды. Работа Eclipse® 705 не зависит от параметров процесса, он способен выполнять измерения сыпучих материалов и жидкостей с низкой диэлектрической проницаемостью.	*705 (51A) *Сертифицирован 705 (510)
	 Импульсный радарный уровнемер Pulsar® Pulsar является самым современным бесконтактным радарным уровнемером с питанием по токовой петле 24 вольт. К его отличительным характеристикам можно отнести быстрое время реакции, простоту эксплуатации и независимость от параметров измеряемой среды. Работая на частотах 5.8/6.3 ГГц, уровнемер идеально подходит для применения в условиях турбулентности, в среде насыщенного пара, при повышенном давлении и в присутствии пены.	RX5
	 Буйковый уровнемер Modulevel® Модель E3 выводит на новый уровень технологию измерения уровня, основанную на принципе вытеснения. Настройка производится в два действия без имитации уровня. В модели E3 предусмотрен блок электроники на основе микропроцессора, обеспечена совместимость с протоколами HART, AMS и PACT ware; уровнемер выдает стабильный сигнал 4-20 мА во всех вариантах применения, включая измерение раздела сред.	E3 (HART)
	 Магнитный указатель уровня Aurora® Запатентованный магнитный указатель уровня обладает резервированием за счет комбинированной технологии магнитного указателя и волноводного уровнемера. В случае выхода из строя магнитного указателя, волновой уровнемер Eclipse продолжит выдавать точный сигнал 4-20 мА.	705 (510) 705 (51A)
	 Магнотриксционный уровнемер Jupiter® Уровнемер с питанием по токовой петле имеет протокол связи HART, управляющее ПО PA-CTware с интерфейсом DTM, ЖК-дисплей и кнопки управления на корпусе для более легкой настройки. Он может монтироваться на МУУ или непосредственно в резервуар.	20X/22X/24X 26X
	 Термодифференциальные массовые расходомеры TA2 Термодифференциальный массовый расходомер TA2 обеспечивает надежное измерение расхода воздуха и газов. Обладает превосходной чувствительностью к слабым потокам, высоким динамическим диапазоном и низким падением давления. Прибор откалиброван и настроен на заводе-изготовителе и готов к использованию. Может комплектоваться как встроенным, так и удаленным блоком электроники.	TA2 (HART)
СИГНАЛИЗАТОРЫ	 Ультразвуковые сигнализаторы уровня Echotel с одной точкой срабатывания В сигнализаторах уровня Echotel 961 встроена функция непрерывной самодиагностики, которая постоянно следит за состоянием электроники, сенсора и пьезоэлектрического кристалла. Регулируемая временная задержка обеспечивает надежность измерений в условиях турбулентности.	961-5 токовый сигнал 961-2/7 Реле
	 Ультразвуковые сигнализаторы уровня Echotel с двумя точками срабатывания Модель 962 используется для измерения двух уровней в резервуарах или для управления насосами. Нижний зазор позволяет производить измерения на расстоянии 1/4 дюйма от дна резервуара. Верхний зазор обеспечивает расстояние в 318 см между верхней и нижней точками срабатывания.	962-5 токовый сигнал 962-2/7 Реле
	 Поплавковое реле уровня с внешней камерой Эти проверенные в эксплуатации автономные реле предназначены для монтажа во внешних камерах на стенках аппаратов и резервуаров. Более 30 моделей механических реле уровня доказали свою надежность и повторяемость точки срабатывания в различных областях применения.	Верхний уровень (SPDT) Верхний уровень (DPDT)
	 Однокамерные / одноступенчатые поплавковые реле уровня жидкости Реле A10, A15 и модели с внешней камерой характеризуются устойчивой повторяемостью точки срабатывания и безотказно работают в прудах-отстойниках, складских резервуарах, емкостях и аппаратах. Поплавковые реле уровня адаптируются к любым условиям эксплуатации, невосприимчивы к воздействиям загрязненных жидкостей, образованию налета, пены, турбулентности и возбуждению среды.	Верхний уровень (DPDT) Нижний уровень (DPDT)
	 Термодифференциальные сигнализаторы расхода, уровня и границы раздела серии TD Система непрерывной самодиагностики сигнализаторов обеспечивает надежную работу и точное измерение расхода, уровня и границы раздела. Температурная компенсация гарантирует повторяемость точки срабатывания даже при эксплуатации сигнализаторов в условиях резких перепадов температур. Применяются для измерения жидких и газообразных сред.	TD1 TD2
	 Термодифференциальные сигнализаторы расхода, уровня и границы раздела серии TG Связь между электронным блоком, монтируемом на DIN рейке, и выносным сенсором сигнализатора осуществляется по двухпроводному искробезопасному каналу. Сигнализаторы пригодны для измерения расхода, уровня и границы раздела как жидких, так и газообразных сред. Электропитание сигнализатора осуществляется от источника постоянного напряжения 24 вольт; в сигнализаторе предусмотрено реле, а также токовый выход (мА) для индикации и отслеживания трендов расхода.	TG1/TG2

УПБ / SIL (1из1)	Тип при- бора	ДБО	PFDavg	Отказ Опасный Необнаруженный		Отказ Опасный Обнаруженный		Отказ безопасный Всего- Отказ безопасный Всего	
				FITs	ГОДОВОЙ	FITs	ГОДОВОЙ	FITs	ГОДОВОЙ
2	B	93%	6.67E-04	61	5.34E-04	728	6.37E-03	492	4.30E-03
2	B	92.7%	9.72E-04	51	4.46E-04	861	7.54E-03	578	5.06E-03
1	B	84.5%	8.06E-04	183	1.60E-03	567	4.97E-03	431	3.78E-03
1	B	73.7%	9.72E-04	222	1.94 E-03	308	2.70 E-03	314	2.75E-03
2	B	92.3%	2.95E-04	59	5.17 E-04	540	4.73 E-03	170	1.49E-03
1	B	84.5%	8.06E-04	183	1.60E-03	567	4.97E-03	431	3.78E-03
2	B	91.0%	4.69E-04	106	9.29E-04	650	5.69E-03	424	3.71E-03
1	B	83.7%	9.60E-04	218	1.91E-03	698	6.11E-03	421	3.69E-03
2	B	90.7%	5.45E-04	123	1.08E-03	793	6.95E-03	413	3.62E-03
1	B	88.4%	1.06E-03	218	1.91E-03	865	7.58E-03	800	7.01E-03
2	B	91.4%	1.61E-04	36	3.15E-04	288	2.52E-03	96	8.41E-04
2	B	92.0%	1.77E-04	40	3.50E-04	351	3.07E-03	106	9.29E-04
2	B	91.8%	1.87E-04	42	3.68E-04	362	3.17E-03	110	9.64E-04
2	B	91.5%	2.31E-04	52	4.56E-04	427	3.74E-03	130	1.14E-03
2	A	76.1%	4.82E-05	11	9.64E-05	0	0.00E+00	35	3.07E-04
2	A	82.6%	3.50E-05	8	7.01E-05	0	0.00E+00	38	3.33E-04
2	A	68.2%	1.76E-04	40	3.50E-04	71	6.22E-04	15	1.31E-04
2	A	77.7%	1.23E-04	28	2.45E-04	98	8.58E-04	0	000E-00
1	B	69.3%	6.13E-04	140	1.23E-03	252	2.21E-03	65	4.69E-04
1	B	73.0%	7.05E-04	161	1.41E-03	390	3.42E-03	46	4.03E-04
1	B	79.4%	5.04E-04	115	1.01E-03	188	165E-03	255	2.23E-03

Серия «Особые области применения»

За дополнительной информацией о приборах Magnetrol, имеющих уровень полноты безопасности SIL, включая полные отчёты по анализу отказов, их последствий и диагностике, посетите сайт magnetrol.com. Если Вы желаете получить более подробную информацию об инструментальной системе безопасности, уровне полноты безопасности, а также общие сведения о промышленной безопасности, мы рекомендуем Вам посетить следующие он-лайн ресурсы:

Тема:	www:
Стандарты и публикации МЭК.....	iec.ch/home
Стандарты и публикации ISA.....	isa.org
Технические справочники Exida.....	exida.com
TUV функциональная безопасность.....	tuv-global.com
HSE (Великобритания).....	hse.gov.uk
Институт инженеров-химиков.....	icheme.org
Техническая документация IHS/Global.....	global.ihs.com
Промбезопасность Factory Mutual.....	fm.global.com
Стандарты промбезопасности OSHA.....	osha.gov
Безопасность в химической промышленности.....	aiche.org



Magnetrol

Worldwide Level and Flow Solutionssm

ШТАБ-КВАРТИРА В ЕВРОПЕ

Heikensstraat 6 • 9240 Zele, Belgium

Phone: +32 (0)52 45.11.11 • Fax: +32 (0)52 45.09.93

Магнетрол Интернэшнл Россия

198095, Санкт-Петербург • ул. Маршала Говорова 35 • офис 427

тел: +7 (812) 320-70-87 • info@magnetrol.ru

BRAZIL: Av. Dr. Mauro Lindemberg Monteiro • 185-Jd. Santa Fé, Osasco • São Paulo CEP 06278-010

CANADA: 145 Jardin Drive, Units 1 & 2 • Concord, Ontario L4K 1X7

CHINA: Room #8008 • Overseas Chinese Mansion • 129 Yan An Road (W) • Shanghai 200040

DEUTSCHLAND: Alte Ziegelei 2-4 • D-51491 Overath

DUBAI: DAFZA Office 5AE 722, P.O. Box 293671 • Dubai, United Arab Emirates

INDIA: C-20 Community Centre • Janakpuri, New Delhi 110 058

ITALIA: Via Arese, 12 • 20159 Milano

SINGAPORE: No. 48 Toh Guan Road East #05-123 • Enterprise Hub • Singapore 608586

UNITED KINGDOM: Regent Business Centre • Jubilee Road • Burgess Hill, West Sussex RH15 9TL

Magnetrol и логотип Magnetrol, Aurora®, Echotel®, Eclipse®, Jupiter®, Modulevel®, Pulsar®, Thermatel® - товарные знаки компании Magnetrol International.

PACTware™ торговая марка компании PACTware Consortium

Copyright © 2009 Magnetrol International. All rights reserved. Printed in the USA.

Bulletin: RU 41-299.1 • Effective: MARCH 2015