



Уровень



Давление



Расход



Температура



Анализ жидкости



Регистраторы



Системные компоненты



Сервис



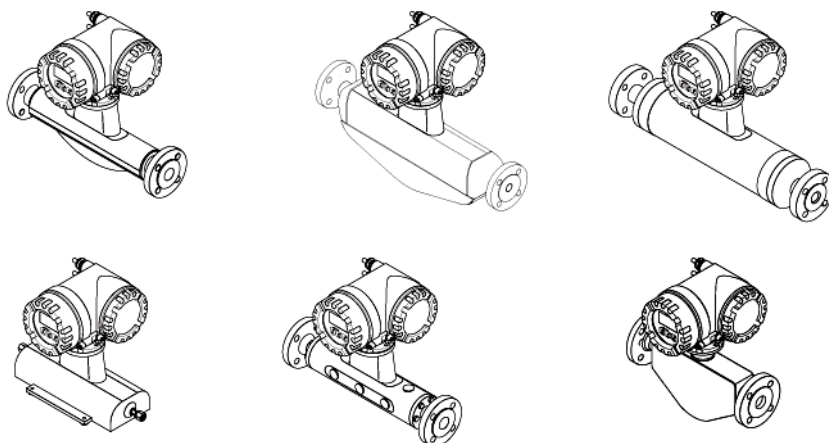
Решения

Руководство по функциональной безопасности

Proline Promass 80/83

с ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ 4...20 мА

Расходомер массовый кориолисовый



#### Область применения

Мониторинг максимального и (или) минимального расхода жидкостей всех типов для обеспечения соответствия определенным требованиям к системам безопасности согласно требованиям стандартов МЭК 61508/МЭК 61511-1.

Измерительный прибор соответствует следующим требованиям:

- Функциональная безопасность согласно МЭК 61508/МЭК 61511-1
- Взрывозащита (зависит от исполнения)
- Электромагнитная совместимость согласно EN 61326/A1 (МЭК 1326) и рекомендации NAMUR NE 21

Факторы безопасности:

- Мониторинг выполняется по токовому выходу прибора.

#### Преимущества

- Мониторинг расхода до SIL 2:
  - Независимая оценка (оценка функциональной безопасности) в exida.com согласно МЭК 61508/МЭК 61511
- Постоянная самодиагностика
- Непрерывное измерение
- Процесс измерения практически не зависит от свойств продукта
- Простой ввод в эксплуатацию

SD00077D/53/RU/05.06

Endress + Hauser



People for Process Automation

# Содержание

<b>Декларация о соответствии СИ</b> .....	<b>3</b>
<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
Схема системы безопасности (защитная функция) .....	4
<b>Схема измерительной системы с Promass 80/83</b> .....	<b>5</b>
Расходомер массовый.....	5
Данные функции безопасности.....	5
Дополнительная документация по приборам.....	5
<b>Настройка и инструкции по монтажу</b> .....	<b>6</b>
Инструкции по монтажу.....	6
Инструкция по настройке.....	6
Мониторинг максимального/ минимального расхода.....	6
Блокировка .....	7
Инструкция по настройке блока анализа.....	7
Реакция при нормальной эксплуатации и отказах.....	7
Регулярные функциональные испытания измерительной системы .....	7
<b>Приложение (Характеристики, связанные с безопасностью)</b> .....	<b>8</b>
Вводные замечания.....	8
Категория № 1.....	10
Категория № 2.....	11
Категория № 3.....	12
Категория № 4.....	13
Категория № 5.....	14
Категория № 6.....	15
Категория № 7.....	16
Категория № 8.....	17
Категория № 9.....	18
Категория № 10 .....	19
<b>Краткие указания по обслуживанию Exida</b> .....	<b>20</b>

## Декларация о соответствии SIL



Антуан Симон (Antoine Simon)  
Endress+Hauser Flowtec AG  
Kaegenstrasse 7 4153 Reinach

Декларация о соответствии SIL для Promass 80/Promass 83  
Функциональная безопасность расходомера согласно МЭК 61508/МЭК 61511

Endress+Hauser Flowtec AG, Kägenstrasse 7, 4153 Reinach,  
являющаяся изготовителем данного прибора, заявляет, что расходомеры

**Promass 80 (4...20 mA) и Promass83 (4...20 mA)**

пригодны к использованию в приборной системе безопасности до SIL-2 согласно МЭК 61511-1 и МЭК 61508, если установка соответствует руководству по безопасности, и если соблюдается приложенная инструкция по безопасности.

Оценка FMEDA с анализом сбоев, критичных и опасных с точки зрения безопасности, обеспечивает, при условии продолжительности цикла функциональных испытаний в один год, следующие значения параметров для наилучшего сценария развития событий в испытанных конфигурациях:

SIL (Уровень полноты функциональной безопасности)	:	2
HFT (Допуск по ошибкам аппаратного обеспечения)	:	0 <sup>1)</sup>
Тип прибора	:	Тип В (сложный компонент)

SFF (Доля безопасных отказов)	:	> 74%
PFD <sub>avg</sub> (Средняя вероятность опасного отказа при запросе) <sup>2)</sup>	:	≤ 2,9 × 10 <sup>-3</sup>

Интенсивность отказов согласно МЭК 61508 в соответствии с конфигурацией, соответствующей самому неблагоприятному случаю:

$\lambda_{du}$ (интенсивность отказов, опасные необнаруженные сбои)	:	656 × 10 <sup>-9</sup> /h (656 FIT)
$\lambda_{dd}$ (интенсивность отказов, опасные обнаруженные сбои)	:	1340 × 10 <sup>-9</sup> /h (1340 FIT)
$\lambda_{su}$ (интенсивность отказов, неопасные необнаруженные сбои)	:	461 × 10 <sup>-9</sup> /h (461 FIT)
$\lambda_{sd}$ (интенсивность отказов, неопасные обнаруженные сбои)	:	115 × 10 <sup>-9</sup> /h (115 FIT)

1) Согласно ст. 11.4 стандарта МЭК 61511-1

2) Значения PFD<sub>avg</sub> также находятся в допустимом диапазоне для SIL-2 согласно ISA S84.01.

Оценка демонстрации опыта эксплуатации охватывает прибор и его программное обеспечение (версия программного обеспечения V2.01.00 (усилитель) и 1.04.00 (модуль связи)), в том числе процесс модификации.

Райнах, 03.10.2005

Endress+Hauser Flowtec AG  
FEE/SA

## Введение

### Схема системы безопасности (защитная функция)

В следующих таблицах указан достижимый уровень SIL или требования относительно параметров "Средняя вероятность опасного отказа при запросе" ( $PFD_{avg}$ ), "Допуск по ошибкам аппаратного обеспечения" (HFT) и "Доля безопасных отказов" (SFF) для системы безопасности. Конкретные значения для системы измерения расхода Promass приведены в таблицах в приложении. Допустимая вероятность отказа полной функции безопасности в зависимости от SIL для систем, которые должны реагировать по запросу, например, в случае превышения определенного максимального расхода (в соответствии с МЭК 61508, часть 1):

SIL	$PFD_{avg}$
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$

В следующей таблице приведены достижимые значения уровня полноты безопасности (SIL) в виде функции вероятности отказов, связанных с безопасностью, и устойчивости полной системы безопасности к отказам оборудования в случае систем типа В (сложные компоненты, определение см. в МЭК 61508, часть 2):

	SFF	HFT		
		0	1 (0) <sup>1)</sup>	2 (1) <sup>1)</sup>
нет	< 60%	не допускается	SIL 1	SIL 2
низкая	60%... < 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
средняя	90%... < 99%	SIL 2	SIL 3	
высокая	< 90%	SIL 3		

- 1) Согласно МЭК 61511-1 (глава 11.4.4) допускается снижение HFT на единицу (значения в скобках), если используемые приборы удовлетворяют следующим условиям:
- прибор проверен в эксплуатации,
  - на приборе возможно изменение только тех параметров, которые относятся к процессу (например диапазона измерения, ...),
  - доступ к изменению параметров, относящихся к процессу, защищен (например, паролем, переключкой, ...),
  - функция требует уровня полноты безопасности ниже, чем SIL 4.

Прибор Promass 80/83 удовлетворяет всем условиям.

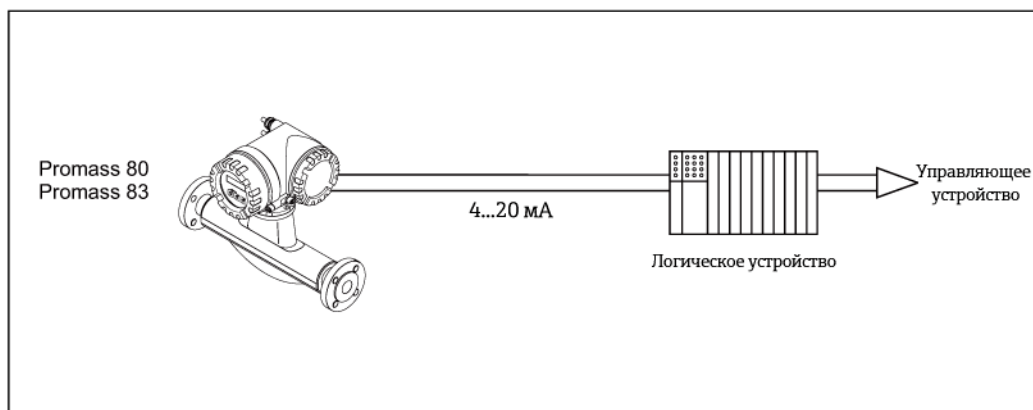
Отдельный прибор Promass 80/83 допускается к использованию в контурах, связанных с безопасностью SIL 2. В контурах, связанных с безопасностью SIL 3 прибор Promass 80/83 надлежит использовать в дополнение к прибору, основанному на другом принципе работы. Два прибора Promass в конфигурации с однородным резервированием не обеспечивают соответствия требованиям SIL 3.

Дополнительные сведения о функциональной безопасности указаны в брошюре Endress+Hauser "Functional safety in the Process Industry – risk reduction with Safety Instrumented Systems" (Функциональная безопасность в перерабатывающей промышленности – снижение риска с использованием приборных систем безопасности) (CP002Z).

## Схема измерительной системы с Promass 80/83

### Расходомер массовый

Приборы, входящие в состав измерительной системы, приведены на следующей схеме (пример):



Сигнал Promass 80/83, связанный с безопасностью, выдается в виде аналогового выходного сигнала 4...20 мА. Все функции безопасности обращаются исключительно к этому выходу. Кроме того, Promass 80/83 осуществляет связь по протоколу HART и реализует все функциональные возможности HART с дополнительными диагностическими данными.

На преобразователе (Promass 80/83) генерируется аналоговый сигнал (4...20 мА), пропорциональный расходу; этот сигнал подается на логическое устройство, стоящее далее в цепи (например, программируемый логический контроллер (ПЛК), ...).

Логическое устройство выполняет мониторинг аналогового сигнала в целях недопущения превышения максимального значения или опускания ниже минимального значения. Для диагностики сбоев логическое устройство должно определять аварийные сигналы превышения предельного значения ( $\geq 21,5$  мА) и аварийные сигналы выхода за нижний предел диапазона ( $\leq 3,8$  мА).

Определенные характеристики (см. приложение) относятся исключительно к токовому выходу (4...20 мА) следующих исполнений:

- Promass 80\*\*\*\_\*\*\*\*\*(\*)  
(\*) = Опция для заказа входов/выходов: A / D / S / T / 8
- Promass 83\*\*\*\_\*\*\*\*\*(\*)  
(\*) = Опция для заказа входов/выходов: A / B / C / D / E / L / M / R / S / T / U / W / 0 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6

### Данные функции безопасности

**Обязательные параметры настройки** и данные функции безопасности проистекают из главы "Настройка и инструкции по монтажу" и приложения. Время реакции измерительной системы составляет  $\leq 5$  с.



Примечание.  
Установленное среднее время восстановления (MTTR) составляет восемь часов.

### Дополнительная документация по приборам

Измерительная система должна быть укомплектована следующей документацией:

Тип прибора	Инструкция по эксплуатации	Описание функций прибора
Promass 80	BA057D	BA058D
Promass 83	BA059D	BA060D

В этом документе также указаны данные по пределам применения и условиям окружающей среды, а также функциональные параметры токового выхода.

В случае приборов с сертификатами взрывозащиты обязательными к исполнению также являются соответствующие инструкции по технике безопасности (XA) или контрольные чертежи (ZD).

## Настройка и инструкции по монтажу

### Инструкции по монтажу

Указания по надлежащему монтажу прибора Promass 80/83 приведены в соответствующей Инструкции по эксплуатации (ВА) (см. "Дополнительная документация по приборам").

За установление пригодности прибора Promass 80/83 к определенным условиям применения отвечает эксплуатирующая сторона. Дополнительные сведения можно получить в торговых представительствах Endress+Hauser.

### Инструкция по настройке

Существует несколько разных способов настройки измерительных приборов Promass 80/83 в контурах, связанных с безопасностью:

- по месту (с использованием ЖК-дисплея);
- с использованием ручного программатора HART DXR 375;
- с использованием ПК (дистанционное управление) посредством программного обеспечения для обслуживания и настройки (например, ПО "ToF Tool - Fieldtool Package").

Указанные средства также позволяют получать данные о версиях программного обеспечения и оборудования прибора.

Дополнительные указания по настройке приведены в соответствующей Инструкции по эксплуатации (ВА) → см. "Дополнительная документация по приборам" (стр. 5).

### Мониторинг максимального/минимального расхода

В следующей таблице указаны параметры настройки, требуемые для использования прибора Promass 80/83 в функции безопасности.

Возможны следующие сферы применения:

- мониторинг максимального расхода;
- мониторинг минимального расхода;
- мониторинг диапазона расхода (максимального и минимального расхода).

Параметры настройки относятся к значению расхода, соответствующему выходному значению токового выхода 4...20 мА.

Группа	Название функции в группе	Допустимое значение при использовании прибора Promass в функции безопасности
CURRENT OUTPUT (Токовый выход)	ASSIGN CURRENT OUTPUT (Установка токового выхода)	- Mass flow (Массовый расход) - Volume flow (Объемный расход)
CURRENT OUTPUT (Токовый выход)	CURRENT SPAN (Диапазон тока)	- 4...20 мА ( ..... ): Все параметры настройки с конфигурацией токового выхода 4...20 мА. - 0...20 мА: Настройка запрещена. <b>Promass 80</b> Настройка 4...20 мА со связью по протоколу HART запрещена. <b>Promass 83</b> Настройка 4...20 мА со связью по протоколу HART разрешена, если активирована защита от записи HART (см. "Блокировка").
CURRENT OUTPUT (Токовый выход)	FAILSAFE MODE (Отказоустойчивый режим)	- Минимальный ток - Максимальный ток
CURRENT OUTPUT (Токовый выход)	SIMULATION CURRENT (Моделирование токового выхода)	OFF (Выкл.)
SYSTEM PARAMETER (Параметр системы)	POSITIVE ZERO RETURN (Возврат положительного нуля)	OFF (Выкл.)
SUPERVISION (Контроль)	ASSIGN SYSTEM ERROR (Установка системной ошибки)	OFF (Выкл.) (изменение назначенных информационных сообщений и сообщений о сбоях не допускается)
SUPERVISION (Контроль)	ALARM DELAY (Задержка аварийного сигнала)	0...20 с
SIMULATION SYSTEM (Моделирование системы)	SIMULATION FAILSAFE MODE (Моделирование отказоустойчивого режима)	OFF (Выкл.)
SIMULATION SYSTEM (Моделирование системы)	SIMULATION MEASURAND (Моделирование измеряемой величины)	OFF (Выкл.)

Подробное описание функций прибора приведено в соответствующем документе "Описание функций прибора" → см. "Дополнительная документация по приборам" (стр. 5).

**Блокировка**

Для защиты от изменения параметров, связанных с процессом, программное обеспечение должно быть заблокировано. Для этого используется код, заданный эксплуатирующей стороной.

Блокировка программного обеспечения от программирования на месте	
Функция DEFINE PRIVATE CODE (Определение пользовательского кода)	Произвольное кодовое число (кроме 0)

**Promass 83:**

В случае использования интерфейса HART должна быть активирована защита HART от записи. Для этого используется переключатель на плате ввода-вывода. Процедура активации защиты HART от записи описана в соответствующих инструкциях по эксплуатации → см. "Дополнительная документация по приборам" (стр. 5).

**Инструкция по настройке блока анализа**

Определенное предельное значение (значение в мА, соответствующее выбранному максимальному и (или) минимальному расходу) вводится в следующий контактор предельных значений (логическое устройство). Все процедуры регулировки и настройки описаны в соответствующих инструкциях по эксплуатации.

**Реакция при нормальной эксплуатации и отказах**

Реакция при нормальной эксплуатации и отказах описана в документе "Инструкция по эксплуатации" для устройства → см. "Дополнительная документация по приборам" (стр. 5).

**Примечание.**

- Любой ремонт прибора должен выполняться исключительно производителем.
- Об отказах приборов необходимо сообщать производителю. Эксплуатирующая сторона предоставляет производителю подробный отчет с описанием отказов и всех возможных последствий. Кроме того, обеспечивается передача сведений о том, является ли отказ опасным или отказом, который не может быть непосредственно обнаружен.
- Согласно МЭК 61508-2, раздел 7.4.7.4, примечание 3, опыт показал, что эксплуатационная долговечность электрических компонентов составляет от 8 до 12 лет.
- В случае отказа прибора Endress+Hauser с отметкой SIL, эксплуатируемого в контуре обеспечения безопасности, при возврате неисправного прибора к нему необходимо приложить заполненный документ "Справка о присутствии опасных веществ" с соответствующим примечанием "Используется в контуре обеспечения уровня полноты безопасности SIL".

**Регулярные функциональные испытания измерительной системы**

Работоспособность функции безопасности должна проверяться через надлежащие интервалы (см. приложение → стр. 8). Рекомендуется выполнять проверку не реже, чем ежегодно. Выбор типа проверки и интервалов в пределах указанного временного диапазона определяется эксплуатирующей стороной. Проверку необходимо выполнять таким образом, чтобы обеспечивалось доказательство безупречной работы функции безопасности при взаимодействии со всеми компонентами. Это может быть гарантировано приближением к предельным значениям расхода или к сравнению сумматора с эталоном (например, заполнением резервуара) однократно в течение каждого периода технического обслуживания. Таким образом, в обоих случаях обеспечивается "диагностический охват" 100%. Если работоспособность датчика/преобразователя расхода можно проверить другим способом (исключив ошибки, влияющие на функционирование), то проверку можно выполнить путем моделирования соответствующего выходного сигнала.

## Приложение (Характеристики, связанные с безопасностью)

### Вводные замечания

В зависимости от спецификации конфигурации расходомеры Promass 80/83 поставляются с разными сигнальными входами и выходами (= модулями электронных вставок) для применения в опасных и безопасных зонах. В целях обеспечения ясности изложения аналогичные типы модулей электронных вставок сгруппированы в "категории".



#### Примечание.

- Значения характеристик, связанных с безопасностью, описаны отдельно для каждой из таких "категорий" → см. разделы "Категория 1 – 10". В таблицах и на графиках, приведенных в этих разделах, посвященных категориям, приведены все важные характерные значения для расходомеров Promass 80 и (или) Promass 83.  
Значения относятся ко всем возможным сферам применения:
  - мониторинг максимального расхода;
  - мониторинг минимального расхода;
  - мониторинг диапазона расхода (максимального и минимального расхода).
- Указанная интенсивность отказов соответствует интенсивности отказов SN29500 при температуре окружающей среды +40 °C. Значения получены путем рассмотрения устройств с версией программного обеспечения 2.01.00.

Спецификация конфигурации измерительной системы/электронной вставки	Ex	Выходы и входы	Категория	Стр.
---	----	----------------	-----------	------

#### Promass 80

80 *** - *****A	-	Ток. вых. / част. вых.	1	стр. 10
80 *** - *****D	-	Ток. вых. / част. вых. / вых. сигн. сост. / вход сигн. сост.	1	стр. 10
80 *** - *****8	-	Ток. вых. / ток. вых. 2 / част. вых. / вход сигн. сост.	5	стр. 14

80 *** - *****A	Ex	Ток. вых. / част. вых.	2	стр. 11
80 *** - *****D	Ex	Ток. вых. / част. вых. / вых. сигн. сост. / вход сигн. сост.	2	стр. 11
80 *** - *****S	Ex	Ток. вых. (Ex i) / част. вых. (Ex i)	7	стр. 16
80 *** - *****T	Ex	Ток. вых. (Ex i) / част. вых. (Ex i)	8	стр. 17
80 *** - *****8	Ex	Ток. вых. / ток. вых. 2 / част. вых. / вход сигн. сост.	6	стр. 15

#### Promass 83

83 *** - *****A	-	Ток. вых. / част. вых.	3	стр. 12
83 *** - *****G	-	Ток. вых. / част. вых. / реле / реле 2	3	стр. 12
83 *** - *****Q	-	Ток. вых. / част. вых. / реле / реле 2	5	стр. 14
83 *** - *****P	-	Ток. вых. / част. вых. / реле / вход сигн. сост.	5	стр. 14
83 *** - *****E	-	Ток. вых. / ток. вых. 2 / реле / вход сигн. сост.	5	стр. 14
83 *** - *****L	-	Ток. вых. / реле / реле 2 / вход сигн. сост.	5	стр. 14
83 *** - *****M	-	Ток. вых. / част. вых. / част. вых. 2 / вход сигн. сост.	5	стр. 14
83 *** - *****W	-	Ток. вых. / ток. вых. 2 / ток. вых. 3 / реле	5	стр. 14
83 *** - *****Q	-	Ток. вых. / ток. вых. 2 / ток. вых. 3 / вход сигн. сост.	5	стр. 14
83 *** - *****2	-	Ток. вых. / ток. вых. 2 / част. вых. / реле	5	стр. 14
83 *** - *****3	-	Ток. вых. / ток. вых. 2 / реле / ток. вход	5	стр. 14
83 *** - *****4	-	Ток. вых. / част. вых. / реле / ток. вход	5	стр. 14
83 *** - *****5	-	Ток. вых. / част. вых. / ток. вход / вход сигн. сост.	5	стр. 14
83 *** - *****6	-	Ток. вых. / ток. вых. 2 / ток. вход / вход сигн. сост.	5	стр. 14

83 *** - *****A	Ex	Ток. вых. / част. вых.	4	стр. 13
83 *** - *****B	Ex	Ток. вых. / част. вых. / реле / реле 2	4	стр. 13
83 *** - *****Q	Ex	Ток. вых. / част. вых. / реле / реле 2	6	стр. 15



Спецификация конфигурации измерительной системы/электронной вставки	Ex	Выходы и входы	Категория	Стр.
83 *** _ *****D	Ex	Ток. вых. / част. вых. / реле / вход сигн. сост.	6	стр. 15
83 *** _ *****E	Ex	Ток. вых. / ток. вых. 2 / реле / вход сигн. сост.	6	стр. 15
83 *** _ *****L	Ex	Ток. вых. / реле / реле 2 / вход сигн. сост.	6	стр. 15
83 *** _ *****M	Ex	Ток. вых. / част. вых. / част. вых. 2 / вход сигн. сост.	6	стр. 15
83 *** _ *****R	Ex	Ток. вых. (Ex i) / ток. вых. 2 (Ex i)	9	стр. 18
83 *** _ *****S	Ex	Ток. вых. (Ex i) / част. вых. (Ex i)	7	стр. 16
83 *** _ *****T	Ex	Ток. вых. (Ex i) / част. вых. (Ex i)	8	стр. 17
83 *** _ *****U	Ex	Ток. вых. (Ex i) / ток. вых. 2 (Ex i)	10	стр. 19
83 *** _ *****W	Ex	Ток. вых. / ток. вых. 2 / ток. вых. 3 / реле	6	стр. 15
83 *** _ *****0	Ex	Ток. вых. / ток. вых. 2 / ток. вых. 3 / вход сигн. сост.	6	стр. 15
83 *** _ *****2	Ex	Ток. вых. / ток. вых. 2 / част. вых. / реле	6	стр. 15
83 *** _ *****3	Ex	Ток. вых. / ток. вых. 2 / реле / ток. вход	6	стр. 15
83 *** _ *****4	Ex	Ток. вых. / част. вых. / реле / ток. вход	6	стр. 15
83 *** _ *****5	Ex	Ток. вых. / част. вых. / ток. вход / вход сигн. сост.	6	стр. 15
83 *** _ *****6	Ex	Ток. вых. / ток. вых. 2 / ток. вход / вход сигн. сост.	6	стр. 15

#### Примечания относительно термина "опасный отказ"

"Опасным отказом" считается отказ, при котором отсутствует реакция на запрос со стороны процесса (т.е. измерительный прибор Promass не переходит в заданный отказоустойчивый режим).

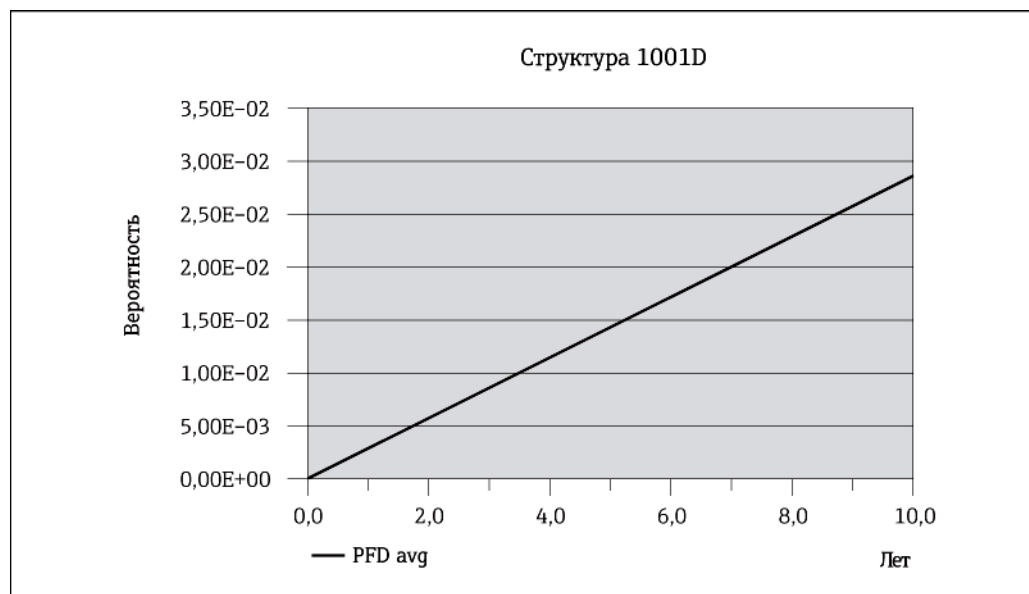
В настоящем документе приняты следующие предположения:

- Интенсивность отказов не изменяется во времени, механизмы износа не включаются в расчет.
- Распространение отказов не учитывается
- Протокол HART используется только для программирования, калибровки и диагностики; в ходе нормальной эксплуатации он не используется.
- Время восстановления после безопасного отказа составляет 8 часов.
- Время испытания логического устройства на реагирование на обнаруженный отказ составляет один час.
- Все модули работают в "режиме с низкой интенсивностью запросов".
- В сферах применения, связанных с безопасностью, используется исключительно токовый выход.
- Интенсивность отказов внешнего источника питания не учитывается.
- Уровни напряженности соответствуют средним значениям в промышленной обстановке и сравнимы с классификацией "Ground Fixed" согласно MIL-HDBK-217F. Также предполагаемая среда аналогична МЭК 60654-1, класс С (защищенное место установки) с температурой в заданных производителем пределах и средней долгосрочной температурой преобразователя 40 °С. Предполагается значение влажности в пределах указаний производителя.
- В сферах применения, связанных с безопасностью, используются исключительно перечисленные исполнения.
- Поскольку дополнительный дисплей не составляет часть функции безопасности, интенсивность отказов дисплея в расчетах не учитывается.
- Логика работы приложения в логическом устройстве позволяет функции безопасности обнаруживать отказы по "верхней границе" и по "нижней границе", независимо от влияния (безопасные и опасные отказы).

## Категория № 1

## Конкретные значения

Promass 80	Без сертификата по взрывозащищенному исполнению или с ATEX IIЗG или FM Cl. I, раздел 2 / CSA Cl. I, раздел 2
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>74%
PFD <sub>avg</sub>	$\leq 2,86 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	115	461	1340	656	74,49%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1340	461	115	656	74,49%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1455	461	0	656	74,49%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1437	461	18	656	74,49%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	18	461	1437	656	74,49%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1455	461	0	656	74,49%



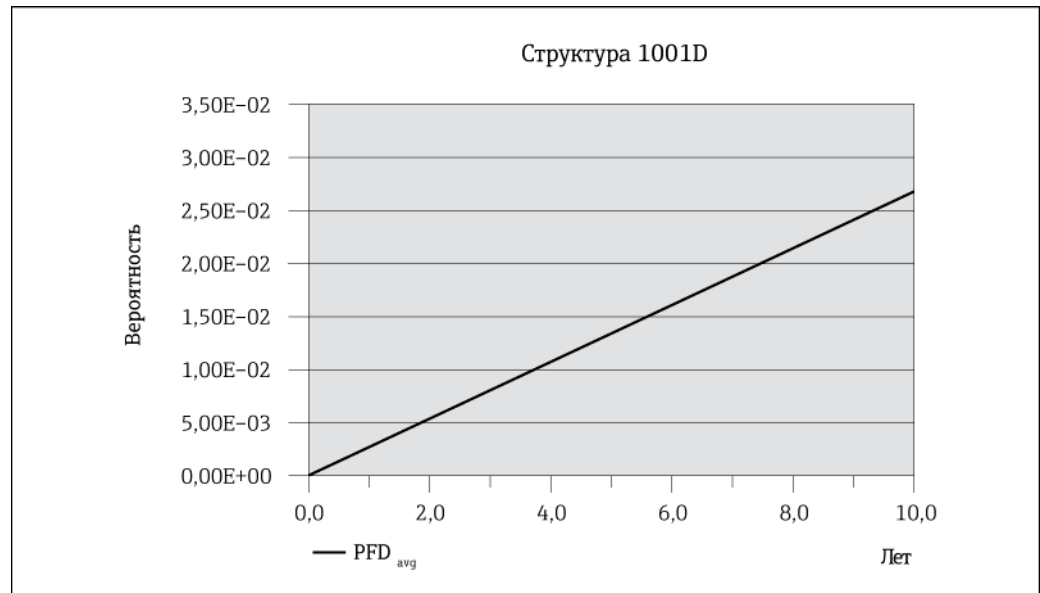
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 2

## Конкретные значения

Promass 80	Имеет сертификат взрывозащиты: ATEX II2G, ATEX II1/2G или FM Cl. I, раздел 1 / CSA Cl. I, раздел 1 или TIS
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>76%
$PF_{D_{avg}}$	$\leq 2,68 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	138	509	1381	614	76,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1381	509	138	614	76,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1519	509	0	614	76,75%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1501	509	18	614	76,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	18	509	1501	614	76,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1519	509	0	614	76,75%



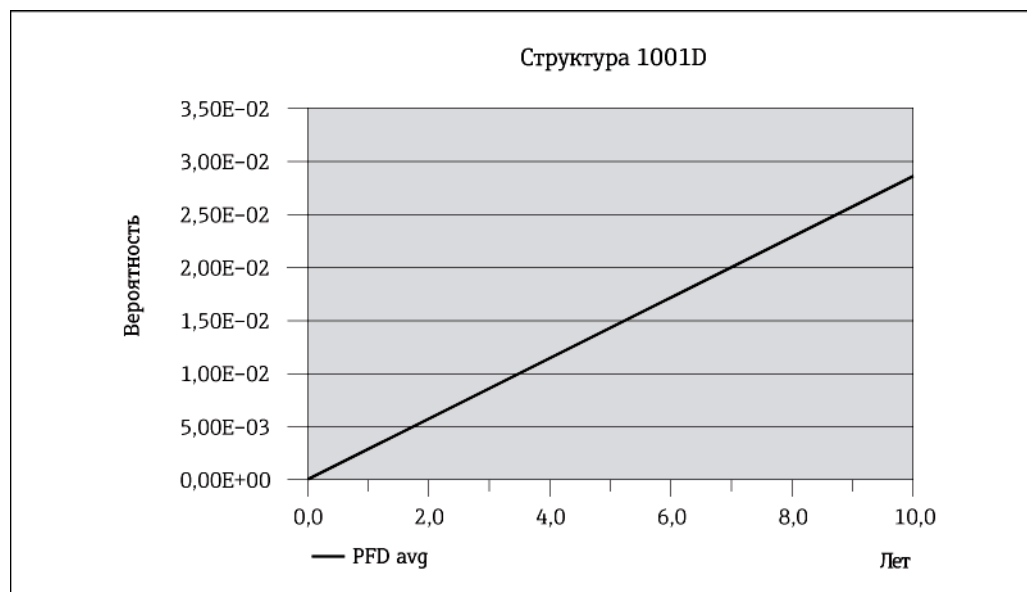
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 3

## Конкретные значения

Promass 83	Без сертификата по взрывозащищенному исполнению или с АTEX ПЗГ или FM Cl. I, раздел 2 / CSA Cl. I, раздел 2
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>74%
$PFD_{avg}$	$\leq 2,86 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	117	468	1345	656	74,63%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1345	468	117	656	74,63%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1462	468	0	656	74,63%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1440	468	22	656	74,63%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	22	468	1440	656	74,63%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1462	468	0	656	74,63%



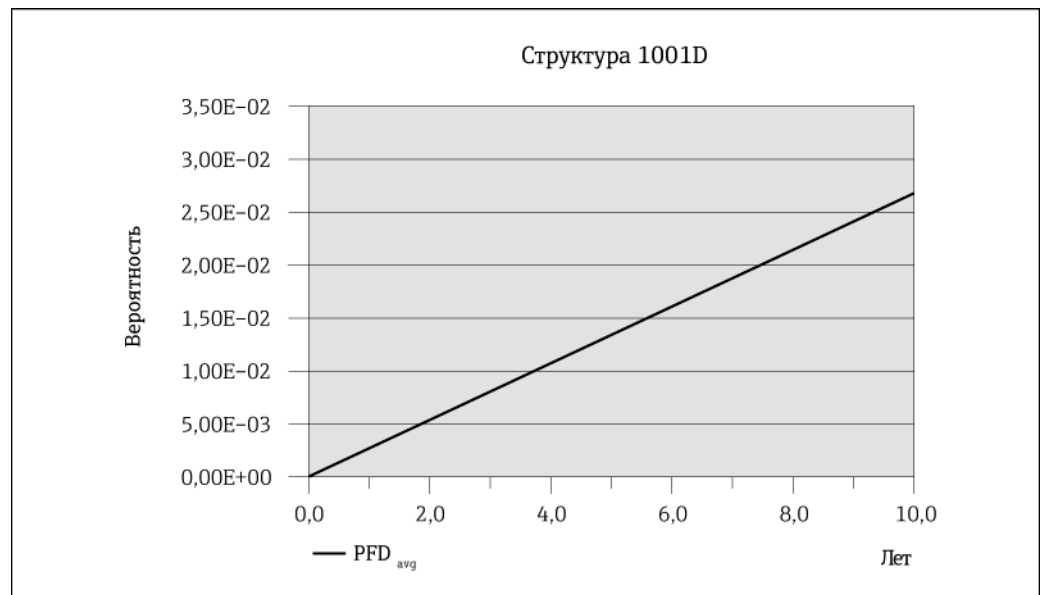
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 4

## Конкретные значения

Promass 83	Имеет сертификат взрывозащиты: ATEX II2G, ATEX II1/2G или FM Cl. I, раздел 1 / CSA Cl. I, раздел 1 или TIS
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>76%
$PFD_{avg}$	$\leq 2,68 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	140	515	1386	614	76,87%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1386	515	140	614	76,87%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1526	515	0	614	76,87%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1504	515	22	614	76,87%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	22	515	1504	614	76,87%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1526	515	0	614	76,87%



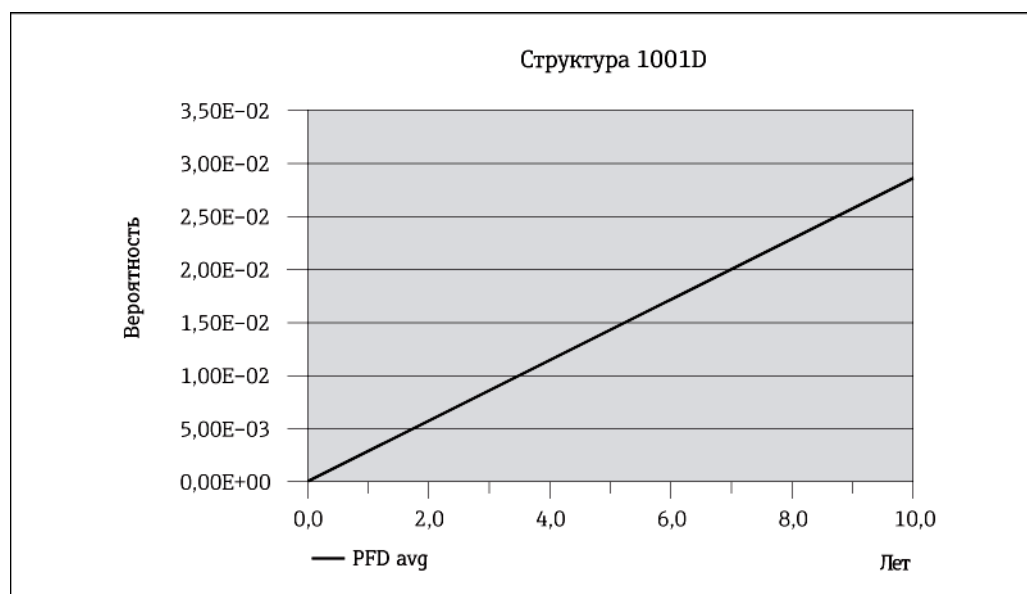
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 5

## Конкретные значения

Promass 80 / Promass 83	Без сертификата по взрывозащищенному исполнению или с АTEX ПЗГ или FM Cl. I, раздел 2 / CSA Cl. I, раздел 2
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>75%
$PFD_{avg}$	$\leq 2,87 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	215	474	1328	657	75,45%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1328	474	215	657	75,45%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1543	474	0	657	75,45%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1527	474	16	657	75,45%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	16	474	1527	657	75,45%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1543	474	0	657	75,45%



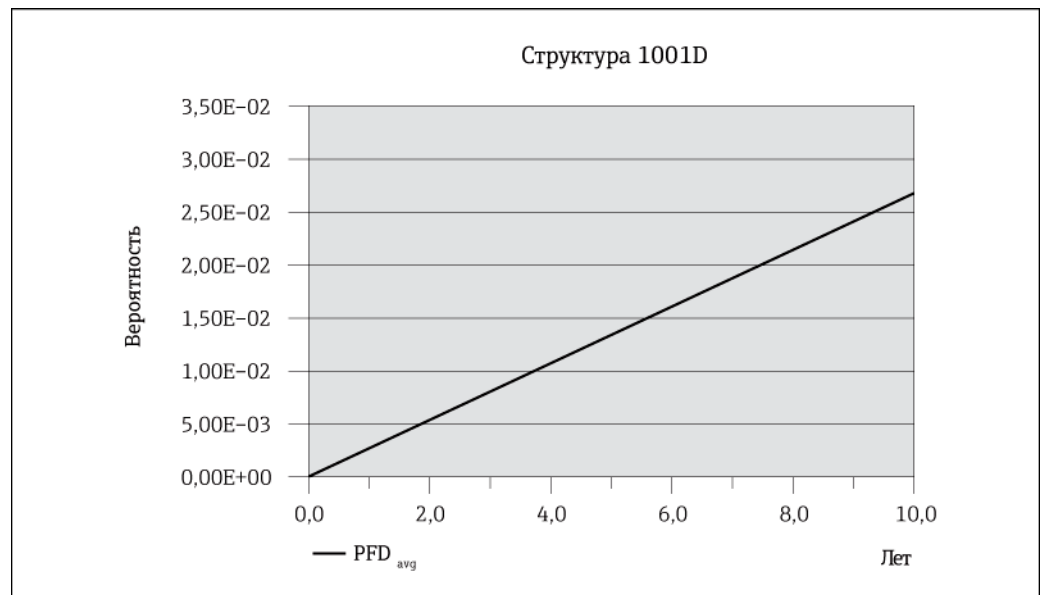
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 6

## Конкретные значения

Promass 80 / Promass 83	Имеет сертификат взрывозащиты: ATEX II2G, ATEX II1/2G или FM Cl. I, раздел 1 / CSA Cl. I, раздел 1 или TIS
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>77%
$PFD_{avg}$	$\leq 2,69 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	239	522	1371	615	77,60%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1374	522	239	615	77,60%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1610	522	0	615	77,60%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1594	522	16	615	77,60%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	16	522	1594	615	77,60%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1610	522	0	615	77,60%



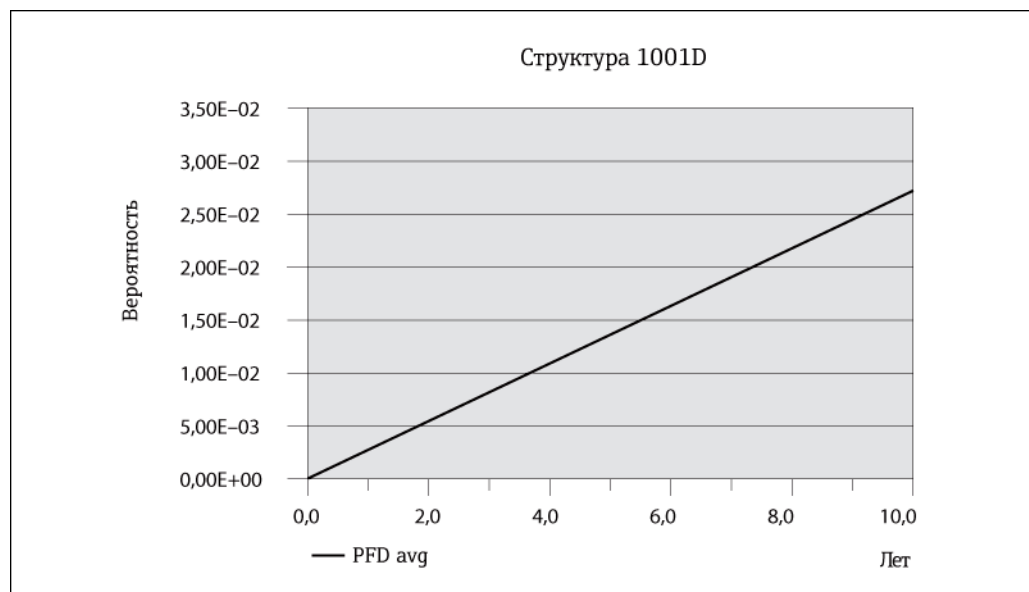
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 7

## Конкретные значения

Promass 80 / Promass 83	Имеет сертификат взрывозащиты: ATEX II2G, ATEX II1/2G или FM Cl. I, раздел 1 / CSA Cl. I, раздел 1 или TPIIS
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>78%
PFD <sub>avg</sub>	$\leq 2,72 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	239	627	1372	623	78,23%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1372	627	239	623	78,23%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1611	627	0	623	78,23%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1588	627	23	623	78,23%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	23	627	1588	623	78,23%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1611	627	0	623	78,23%



Примечание.

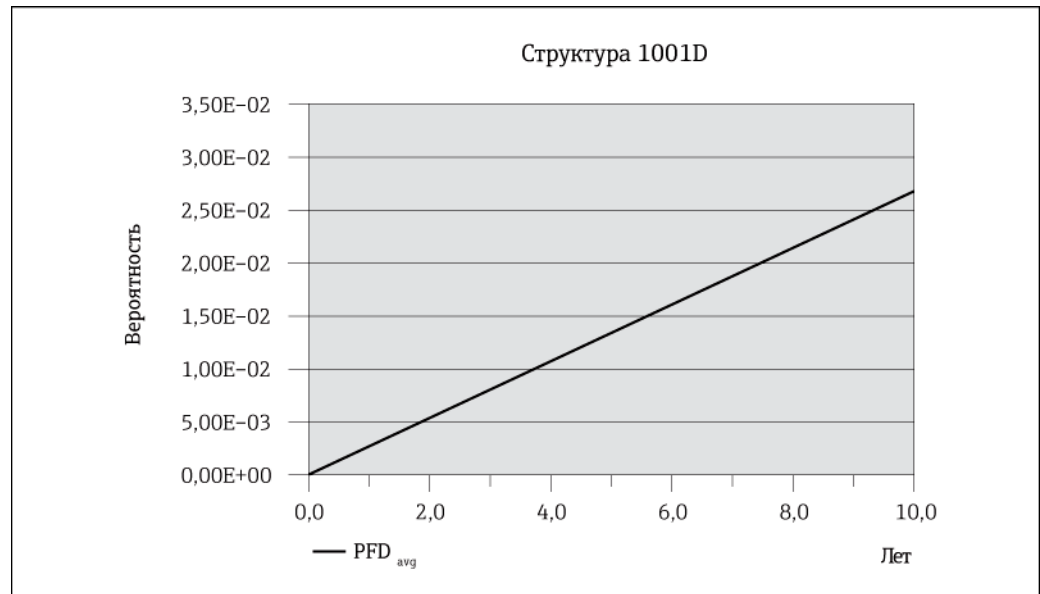
Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.



Категория № 8

Конкретные значения

Promass 80 / Promass 83	Имеет сертификат взрывозащиты: ATEX II2G, ATEX II1/2G или FM Cl. I, раздел 1 / CSA Cl. I, раздел 1 или TIS
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>77%
$PFD_{avg}$	$\leq 2,69 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	239	544	1366	615	77,74%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1366	544	239	615	77,74%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1605	544	0	615	77,74%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1582	544	23	615	77,74%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	23	544	1582	615	77,74%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1605	544	0	615	77,74%



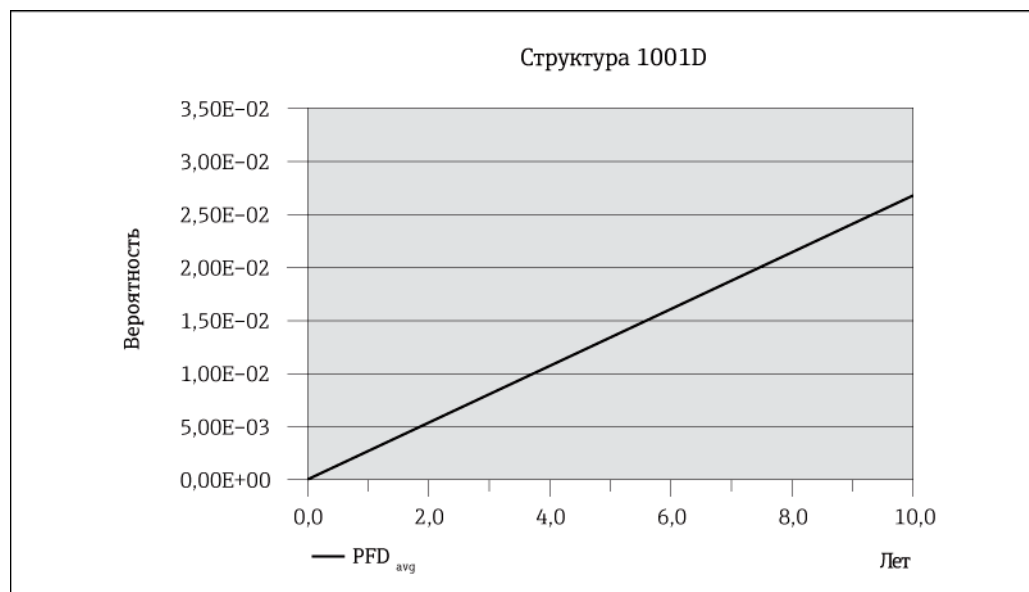
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 9

## Конкретные значения

<b>Promass 83</b>	<b>Имеет сертификат взрывозащиты: ATEX II2G, ATEX II1/2G или FM Cl. I, раздел 1 / CSA Cl. I, раздел 1 или TIS</b>
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>78%
$PFD_{avg}$	$\leq 2,68 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	248	605	1365	614	78,31%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1365	605	248	614	78,31%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1613	605	0	614	78,31%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1590	605	23	614	78,31%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	23	605	1590	614	78,31%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1613	605	0	614	78,31%



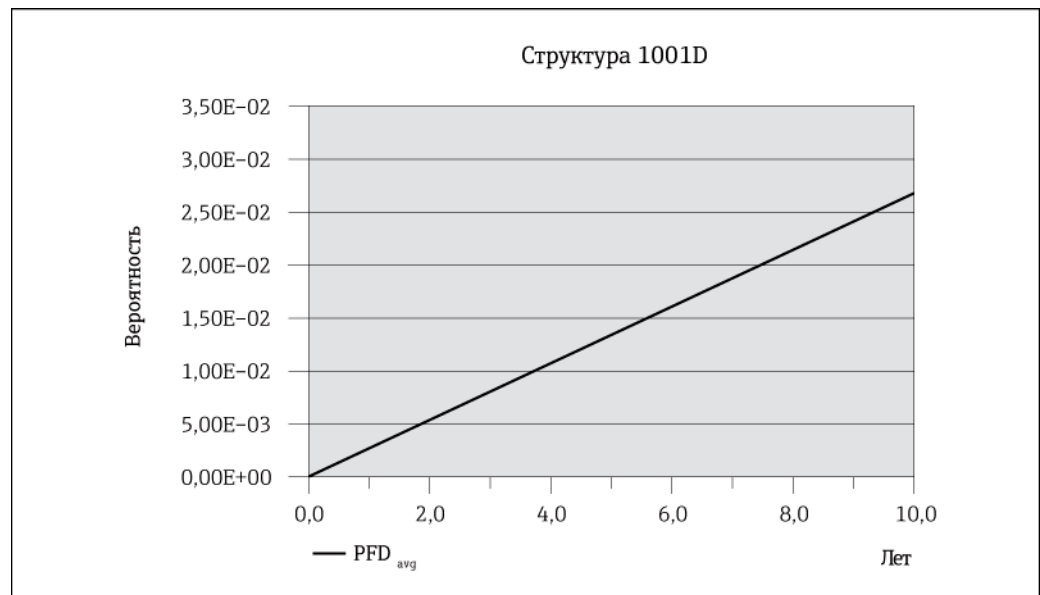
Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Категория № 10

## Конкретные значения

Promass 83	Имеет сертификат взрывозащиты: ATEX II2G, ATEX II1/2G или FM Cl. I, раздел 1 / CSA Cl. I, раздел 1 или TIS
SIL	SIL2
HFT	0
SFF	>77%
$PFD_{avg}$	$\leq 2,68 \times 10^{-3}$
Полное функциональное тестирование, например путем приближения к предельным значениям расхода	Ежегодно



## Информация об интенсивности отказов

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по верхней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	237	543	1366	614	77,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1366	543	237	614	77,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1603	543	0	614	77,75%

Настройка отказоустойчивого состояния преобразователя = "отказ по нижней границе"						
Категории отказа		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1580	543	23	614	77,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	23	543	1580	614	77,75%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1603	543	0	614	77,75%



Примечание.

Термин "опасный отказ" подробно рассмотрен на стр. 9.

## Краткие указания по обслуживанию Exida



### Оценка FMEDA и оценка работы в реальных условиях

Проект:

Кориолисов массовый расходомер PROMASS 80/83

Клиент:

Endress+Hauser Flowtec AG

Райнах,

Швейцария:

Номер договора: E+H 03/07-01

Номер отчета: E+H 03/07-01 R004

Версия V2, редакция R1.3; октябрь 2005 г.

Штефан Ашенбрэннер (Stephan Aschenbrenner)

Настоящий документ подготовлен с максимальной тщательностью. Авторы не предоставляют каких-либо гарантий и не несут ответственности за любые события, которые могут привести к ущербу, наступившему случайно или как следствие, в связи с применением настоящего документа.

© Все права на формат данного технического отчета защищены.

## Краткие указания по обслуживанию

В этом отчете обобщаются результаты оценки оборудования, проверенного в эксплуатации согласно МЭК 61508/МЭК 61511, выполненной для кориолисова массового расходомера PROMASS 80/83 с программным обеспечением версии V2.01.00 (усилитель) и V1.04.00 (модуль связи) и версий оборудования 1.01.00.

Оценка аппаратного обеспечения представляет собой анализ режимов отказа, воздействия и диагностики (Failure Modes, Effects and Diagnostics Analysis, FMEDA). Анализ FMEDA – это один из этапов оценки функциональной безопасности прибора согласно IEC 61508. На основе результатов FMEDA рассчитываются значения частоты отказа, из которых, в свою очередь, вычисляется доля безопасных отказов (Safe Failure Fraction, SFF) для данного прибора. Для получения полной оценки необходима проверка всех требований IEC 61508.

Для областей обеспечения безопасности рассматривался только токовый выход 4..20 мА. Остальные варианты выходов в данном отчете не описываются.

Использованная в анализе интенсивность отказов представляет собой базовую интенсивность отказов по стандарту Siemens SN 29500.

Согласно таблице 2 стандарта МЭК 61508-1 значение PFD (Средняя вероятность опасного отказа при запросе) для систем, работающих в режиме с низким числом запросов должно быть от  $\geq 10^{-3}$  до  $< 10^{-2}$  для функций безопасности SIL 2. В общепринятом распределении значений PFD<sub>avg</sub> для приборной функции безопасности в части датчиков, логического устройства и конечного элемента предполагается, что 35% суммарного значения PFD<sub>avg</sub> для приборной функции безопасности приходится на датчики. Для класса применения SIL 2 суммарное значение PFD<sub>avg</sub> для приборной функции безопасности должно быть меньше  $1,00E-02$ , следовательно максимальное допустимое значение PFD<sub>avg</sub> для датчиков составляет  $3,50E-03$ .

Кориолисов массовый расходомер PROMASS 80/83 считается компонентом типа B1 с аппаратной устойчивостью к отказам, равной 0.

Компоненты типа B со значением SFF (доля безопасных отказов) от 60% до < 90% должны обладать устойчивостью к отказам 1 согласно таблице 3 стандарта МЭК 61508-2 для (под)систем уровня полноты функциональной безопасности SIL 2.

Поскольку вышеописанные приборы должны быть испытаны в эксплуатации, была выполнена проверка аппаратного обеспечения и дополнительная демонстрация приборов и их программного обеспечения в реальных условиях. Исследование реального применения проводилось на основе данных полевых результатов, собранных и проанализированных компанией Endress+Hauser Flowtec.

Согласно МЭК 61511-1, первая редакция 2003-01, разд. 11.4.4 и оценке, описанной в разделе 5.6, приборы пригодны к использованию в составе единого устройства в функциях безопасности SIL 2. Тем не менее, решение по применению приборов, испытанных в реальных условиях, всегда остается за конечным пользователем.

Количественный анализ датчиков проводился компанией Endress+Hauser Flowtec. По материалам этого анализа компания exida.com выполнила расчет интенсивности отказов датчика с использованием базы данных интенсивности отказов Siemens SN 29500 и MIL HDBK 217FN2 для различных компонентов датчика (см. [D12] и [R12]).

Значения интенсивности отказов не включают в себя отказы, вызванные неправильным использованием кориолисового массового расходомера PROMASS 80/83, в частности в случае проникновения влаги через неплотно закрытый корпус или неправильном проведении кабелей через вводы.

Предположим, что подключенное логическое устройство может определять как отказы, связанные с превышением диапазона (отказы по верхней границе), так и отказы, связанные с выходом за нижний предел диапазона (отказы по нижней границе); эти два типа отказов могут быть классифицированы как безопасные обнаруженные отказы или опасные обнаруженные отказы в зависимости от использования кориолисового массового расходомера PROMASS 80/83 в качестве датчика верхнего или нижнего предельного уровня. В этих сферах применения выполнение указанных выше требований можно определить по следующим таблицам.

<sup>1</sup> Компонент типа B: "сложный" компонент (используются микроконтроллеры или программируемые логические устройства); подробные сведения см. в параграфе 7.4.3.1.3 стандарта МЭК 61508-2.



Табл. 1: Сводка для пессимистической конфигурации

T[проверки] = 1 год	T[проверки] = 2 года	T[проверки] = 5 лет	
PFD <sub>AVG</sub> = 2,86E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 5,72E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 1,42E-02	
Категория отказа		Частота отказов (в FIT)	
		Отказоустойчивое состояние = "отказ по верхней границе"	Отказоустойчивое состояние = "отказ по нижней границе"
Отказ по верхней границе (обнаруженный логическим устройством)		1340	18
Отказ обнаружен (внутренняя диагностика)	1322		
Отказ по верхней границе (в силу конструкции)	18		
Отказ по нижней границе (обнаруженный логическим устройством)			1437
Отказ обнаружен (внутренняя диагностика)	1322		
Отказ по нижней границе (в силу конструкции)	115	115	
Необнаруженные опасные отказы		656	656
Без воздействия		433	433
Оповещение, необнаруженное		28	28
Не является частью		97	97

Отказоустойчивое состояние, настроенное для преобразователя = "отказ по верхней границе" – интенсивность отказов согласно МЭК 61508

Категории отказа	$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DCS2	DCD2
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	115 FIT	461 FIT	1340 FIT	656 FIT	74%	19%	67%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1340 FIT	461 FIT	115 FIT	656 FIT	74%	74%	14%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1455 FIT	461 FIT	0 FIT	656 FIT	74%	75%	0%

Отказоустойчивое состояние, настроенное для преобразователя = "отказ по нижней границе" – интенсивность отказов согласно МЭК 61508

Категории отказа	$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DCS2	DC12
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	1437 FIT	461 FIT	18 FIT	656 FIT	74%	75%	2%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	18 FIT	461 FIT	1437 FIT	656 FIT	74%	3%	68%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	1455 FIT	461 FIT	0 FIT	656 FIT	74%	75%	0%

<sup>2</sup> Сокращением DC (diagnostic coverage) обозначен диагностический охват (безопасных или опасных отказов) безопасного логического устройства для PROMASS 80/83.



Выделение полей желтым цветом (■) означает, что расчетные значения  $PFD_{avg}$  находятся в пределах допустимого диапазона для уровня полноты безопасности SIL 2 согласно таблице 2 стандарта МЭК 61508-1, однако не выполняют требование, запрещающее занимать более 35% этого диапазона, т.е. требования соответствовать значению  $3,5E-03$  или лучше. Выделение полей зеленым цветом (■) означает, что расчетные значения  $PFD_{avg}$  находятся в пределах допустимого диапазона для уровня полноты безопасности SIL 2 согласно таблице 2 стандарта МЭК 61508-1 и таблице 3.1 ANSI/ISA-84.01 1996, и выполняют требование, запрещающее занимать более 35% этого диапазона, т.е. требования соответствовать значению  $3,5E-03$  или лучше. Выделение полей красным цветом (■) означает, что расчетные значения  $PFD_{avg}$  не соответствуют требованиям SIL 2 согласно таблице 2 стандарта МЭК 61508-1.

**Функциональная оценка показала, что кориолисовый массовый расходомер PROMASS 80/83 обладает значением  $PFD_{avg}$  для  $T[\text{проверки}] = 1$  год в пределах допустимого диапазона для SIL 2 согласно таблице 2 стандарта МЭК 61508-1 и таблице 3.1 стандарта ANSI/ISA-84.01 1996, а также долей безопасных отказов (SFF) > 74%. В соответствии с результатами "проверки в эксплуатации" согласно МЭК 61508 и ее непосредственной связи с "предшествующим применением" согласно МЭК 61511-1 прибор может использоваться в качестве единого устройства для функций безопасности SIL2 согласно определениям МЭК 61511-1 в первой редакции 2003-01.**

Приведенные значения интенсивности отказов действительны для рабочих условий нагрузки, типичных для промышленных мест полевой эксплуатации согласно описанию в IEC 60654-1, класс C (крытые помещения) при долговременной средней температуре  $40^{\circ}\text{C}$ . В случае работы при более высокой средней температуре, равной  $60^{\circ}\text{C}$ , необходимо умножить значения интенсивности отказов на эмпирический коэффициент 2,5. Этот же множитель следует применять в случае, если необходимо учесть частые колебания температуры.

Пользователь кориолисового массового расходомера PROMASS 80/83 может использовать эти значения интенсивности отказов в вероятностной модели приборной функции безопасности (SIF) для определения пригодности к использованию в приборной системе безопасности (SIS) при определенном уровне полноты безопасности (SIL). Полная таблица значений интенсивности отказов приведена в разделах с 5.2 по 5.11 вместе со всеми принятыми предположениями.

Важно иметь в виду, что отказы "без влияния" и отказы "оповещение" включены в категорию "безопасных" отказов в соответствии с МЭК 61508. Следует отметить, что эти отказы сами по себе не влияют на надежность или безопасность системы, и их не следует включать в расчет ложных аварийных отключений.

## SC RUSSIA

ООО "Эндресс+Хаузер"  
117105, РФ, г. Москва,  
Варшавское шоссе, д. 35, стр. 1

Тел.: +7 (495) 783 28 50  
Факс: +7 (495) 783 28 55  
<http://www.ru.endress.com>  
[info@ru.endress.com](mailto:info@ru.endress.com)

**Endress+Hauser**   
People for Process Automation