



РУКОВОДСТВО  
ПО ТЕХНИКЕ  
БЕЗОПАСНОСТИ SIL

**УСИЛИТЕЛЬ С  
ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ**  
KF\*\*-SR2-(Ex)\*(.LB),  
KFD2-SR2-(Ex)2.2S



**SIL2**



К поставленным продуктам прилагается следующая документация: Общие положения о сервисном обслуживании и доставке электротехнических изделий, опубликованные Центральной ассоциацией производителей электротехники (ZVEI) (последняя версия), а также дополнительная статья: "Расширенное сохранение прав собственности"

<b>1</b>	<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
1.1	Общие сведения .....	4
1.2	Назначение.....	4
1.3	Сведения о производителе .....	6
1.4	Соответствующие стандарты и нормы.....	7
<b>2</b>	<b>Планирование .....</b>	<b>8</b>
2.1	Структура системы .....	8
2.1.1	Режим работы с низкой частотой запросов.....	8
2.1.2	Режим работы с высокой частотой запросов.....	8
2.1.3	Доля безопасных отказов .....	8
2.2	Допущения.....	9
2.3	Функция безопасности и безопасное состояние .....	10
2.4	Характерные значения безопасности .....	12
<b>3</b>	<b>Рекомендации по безопасности.....</b>	<b>14</b>
3.1	Интерфейсы .....	14
3.2	Конфигурация .....	14
3.3	Срок эксплуатации.....	14
3.4	Установка и ввод в эксплуатацию.....	15
<b>4</b>	<b>Контрольная проверка.....</b>	<b>16</b>
4.1	Процедура контрольной проверки.....	16
<b>5</b>	<b>Сокращения .....</b>	<b>19</b>

# 1 Введение

## 1.1 Общие сведения

В данном руководстве содержится информация по использованию устройства в контурах, связанных с функциональной безопасностью.

Соответствующие спецификации, инструкции по эксплуатации, описание системы, декларация соответствия, сертификат соответствия типу ЕС и действующие сертификаты (см. спецификацию) содержатся в данном документе.

Указанные документы представлены на сайте [www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com), либо их можно получить у местного представителя Pepperl+Fuchs.

Монтаж, ввод в эксплуатацию, использование, обслуживание и демонтаж любых устройств должны осуществляться квалифицированными специалистами, прошедшими соответствующее обучение. Внимательно изучите руководство по эксплуатации.

Если устранить неисправность не удастся, выведите устройства из эксплуатации и примите соответствующие меры по предотвращению их случайного использования. Ремонт устройств должен осуществляться только производителем. Выключение или обход функций безопасности или несоблюдение приведенных в данном руководстве инструкций (ведущее к нарушениям в работе или сбою защитных функций) может привести к повреждению имущества, нанесению вреда окружающей среде или людям. Компания Pepperl+Fuchs GmbH не несет за это ответственности.

Устройства разрабатываются, производятся и проверяются в соответствии с применимыми стандартами безопасности. Устройства должны использоваться только в областях, указанных в инструкциях, и с соблюдением указанных окружающих условий. Подключение должно осуществляться только к одобренным наружным устройствам.

## 1.2 Назначение

### **KF\*\*-SR2-\*.W**

Данные преобразователи сигналов обеспечивают изоляцию искроопасных устройств.

Они передают цифровые сигналы (датчики NAMUR/механические контакты) из рабочей зоны в систему управления.

Бесконтактный датчик или переключатель управляет перекидным контактом для нагрузки. Обычное состояние выхода может быть инвертировано с помощью переключателя S1 для канала I и переключателя S2 для канала II (на 2-канальных версиях).

В состоянии ошибки питание на выходы не поступает.

О неисправности предупреждают светодиоды в соответствии с NAMUR NE44 и отдельный выход для сообщений об общей ошибке.

### **KF\*\*-SR2-Ex\*.W**

Данные барьеры искрозащиты используются для внутренних защитных функций.

Они передает цифровые сигналы (датчики NAMUR/механические контакты) из опасной зоны в безопасную зону.

Бесконтактный датчик или переключатель управляет перекидным контактом для нагрузки безопасной зоны. Обычное состояние выхода может быть инвертировано с помощью переключателя S1 для канала I и переключателя S2 для канала II (на 2-канальных версиях).

В состоянии ошибки питание на выходы не поступает.

О неисправности предупреждают светодиоды в соответствии с NAMUR NE44 и отдельный выход для сообщений об общей ошибке.

### **KF\*\*-SR2-1.W.LB**

Данные преобразователи сигналов обеспечивают изоляцию искроопасных устройств.

Они передают цифровые сигналы (датчики NAMUR/механические контакты) из рабочей зоны в систему управления.

Бесконтактный датчик или переключатель управляет перекидным контактом для нагрузки. Обычное состояние выхода может быть инвертировано с помощью переключателя S1. Переключатель S2 позволяет переключать канал выхода II, выбирая сигнал и сообщение об ошибке. Переключатель S3 используется для включения или отключения функции определения повреждений цепи обмотки возбуждения.

В состоянии ошибки питание на выходы не поступает.

О неисправности предупреждают светодиоды в соответствии с NAMUR NE44 и отдельный выход для сообщений об общей ошибке.

### **KF\*\*-SR2-Ex1.W.LB**

Данные барьеры искрозащиты используются для внутренних защитных функций.

Они передает цифровые сигналы (датчики NAMUR/механические контакты) из опасной зоны в безопасную зону.

Бесконтактный датчик или переключатель управляет перекидным контактом для нагрузки безопасной зоны. Обычное состояние выхода может быть инвертировано с помощью переключателя S1. Переключатель S2 позволяет переключать канал выхода II, выбирая сигнал и сообщение об ошибке. Переключатель S3 используется для включения или отключения функции определения повреждений цепи обмотки возбуждения.

В состоянии ошибки питание на выходы не поступает.

О неисправности предупреждают светодиоды в соответствии с NAMUR NE44 и отдельный выход для сообщений об общей ошибке.

### **KFD2-SR2-2.2S**

Данный преобразователь сигналов обеспечивает изоляцию искроопасных устройств.

Он передает цифровые сигналы (датчики NAMUR/механические контакты) из рабочей зоны в систему управления.

Бесконтактный датчик или переключатель управляет двумя нормально разомкнутыми контактами для нагрузки. Режим работы может быть инвертирован с помощью переключателей S1 и S2. Функцию определения повреждений цепи (LFD) можно включать и выключать с помощью переключателя S3.

В состоянии ошибки питание на выходы не поступает.

О неисправности предупреждают светодиоды в соответствии с NAMUR NE44 и отдельный выход для сообщений об общей ошибке.

### **KFD2-SR2-Ex2.2S**

Данный барьер искрозащиты используется для внутренних защитных функций.

Он передает цифровые сигналы (датчики NAMUR/механические контакты) из опасной зоны в безопасную зону.

Бесконтактный датчик или переключатель управляет двумя нормально разомкнутыми контактами для нагрузки безопасной зоны. Режим работы может быть инвертирован с помощью переключателей S1 и S2. Функцию определения повреждений цепи (LFD) можно включать и выключать с помощью переключателя S3.

В состоянии ошибки питание на выходы не поступает.

О неисправности предупреждают светодиоды в соответствии с NAMUR NE44 и отдельный выход для сообщений об общей ошибке.

Устройства представляют собой отдельные устройства для установки на рейку DIN.

## **1.3 Сведения о производителе**

Pepperl+Fuchs GmbH

Lilienthalstrasse 200, 68307 Mannheim, Германия

KF\*\*-SR2-(Ex)\*(LB)

KFD2-SR2-(Ex)2.2S

До SIL2

Звездочки обозначают комбинацию знаков, которая зависит от модели продукта.

## 1.4 Соответствующие стандарты и нормы

### **Соответствующие стандарты и нормы, применимые к устройству**

- Функциональная безопасность IEC 61508, раздел 2, редакция 2000:  
Стандарт функциональной безопасности электрических/электронных/  
программируемых электронных систем, связанных с безопасностью  
(производитель изделия)
- Электромагнитная совместимость:
  - EN 61326-1:2006
  - NE 21:2006

### **Соответствующие стандарты и нормы, применимые к системе**

- Функциональная безопасность IEC 61511, раздел 1, редакция 2003:  
Стандарт функциональной безопасности: защитные инструментальные  
системы для сектора перерабатывающей промышленности  
(пользователь)

## 2 Планирование

### 2.1 Структура системы

#### 2.1.1 Режим работы с низкой частотой запросов

При наличии двух контуров один используется для обычной работы, а другой - для функциональной безопасности. В этом случае частота запросов для контура безопасности меньше раза в год.

Проверьте следующие параметры безопасности:

- коэффициент  $PFD_{\text{средн.}}$  (средняя вероятность отказа по запросу, **Probability of Failure on Demand**) и  $T_{\text{proof}}$  (интервал контрольной проверки, напрямую влияющий на  $PFD_{\text{средн.}}$ )
- коэффициент SFF (доля безопасных отказов, **Safe Failure Fraction**)
- архитектура HFT (аппаратная отказоустойчивость, **Hardware Fault Tolerance**)

#### 2.1.2 Режим работы с высокой частотой запросов

При использовании лишь одного контура, который осуществляет функции стандартной работы и задач, связанных с безопасностью, частота запросов, как правило, для данного контура больше одного раза в год.

Проверьте следующие параметры безопасности:

- PFH (вероятность опасного отказа за час, **Probability of dangerous Failure per Hour**)
- время реакции системы безопасности на неисправность
- коэффициент SFF (доля безопасных отказов, **Safe Failure Fraction**)
- архитектура HFT (аппаратная отказоустойчивость, **Hardware Fault Tolerance**)

#### 2.1.3 Доля безопасных отказов

Доля безопасных отказов - это отношение всех безопасных отказов и опасных обнаруженных отказов к общей частоте отказов.

$$SFF = (\lambda_s + \lambda_{dd}) / (\lambda_s + \lambda_{dd} + \lambda_{du})$$

Доля безопасных отказов в соответствии с EN 61508 является единственным применимым показателем для элементов или (под)систем во всем контуре безопасности. Рассматриваемое устройство всегда является частью контура безопасности, но не рассматривается как полноценный элемент или подсистема.

Для расчета SIL контура безопасности необходимо оценить долю безопасных отказов элементов, подсистем и всей системы, а не одного устройства.

Тем не менее, для справки в данном документе приводится SFF устройства.

## 2.2 Допущения

Во время анализа FMEDA были применены следующие допущения:

- Только один вход и один выход являются частью рассматриваемой функции безопасности (только 2-канальная версия).
- Функции определения коротких замыканий (SC) и обрыва провода (LB) включены.
- В расчетах и анализе FMEDA не рассматривается выход общей ошибки, который указывает на обрыв или короткое замыкание в проводке рабочей зоны.
- Затраты на устройство не должны превышать 10% от общего бюджета на неисправности контура безопасности SIL2.
- Для приложения SIL2, работающего в режиме с низкой частотой запросов, общее значение  $PFD_{\text{средн.}}$  показателя SIF (инструментальных функций безопасности, **S**afety **I**nstrumented **F**unction) должно быть меньше  $10^{-2}$ , следовательно, максимально допустимое значение  $PFD_{\text{средн.}}$  должно составлять  $10^{-3}$ .
- Для приложения SIL2, работающего в режиме с высокой частотой запросов, общее значение PFH показателя SIF должно быть меньше  $10^{-6}$  в час, следовательно, максимально допустимое значение PFH должно составлять  $10^{-7}$  в час.
- Частота отказов на основании базы данных Siemens SN29500.
- Частота отказов является постоянным показателем, подверженные износу механизмы не учитываются.
- Частота отказов наружного источника питания не учитывается.
- Устройство, связанное с безопасностью, относится к компонентам типа **B** с аппаратной отказоустойчивостью **0**.
- Согласно IEC 61511-1, раздел 11.4.4, устройства могут использоваться в областях с классом SIL на один выше по сравнению с данными в таблице 3 IEC 61508-2, если данное устройство проверено в эксплуатации. По результатам оценки и проверки в эксплуатации устройство может использоваться в областях с классом до SIL2. Тем не менее, конечный пользователь сам несет ответственность за решение использовать проверенные к эксплуатации устройства.
- Прикладная программа в защитном логическом решающем устройстве настроена на обнаружение отказов, связанных с выходом параметров за пределы диапазона. По этой причине такие отказы классифицированы как **опасные обнаруженные** отказы.
- Для режима работы с высокой частотой запросов процесс должен учитывать время реакции на неисправность 5 минут. В этом случае также следует учитывать ограничения по сроку службы релейных выходов, которые приведены в спецификациях устройства.

- Указаны средние уровни нагрузки для промышленной отрасли, которые можно сравнить с классификацией Ground Fixed Classification MIL-HNBK-217F. Либо исходная среда аналогична следующим показателям:
  - IEC 60654-1 Класс C (укрытое расположение) с ограничением температуры в пределах указанного производителем диапазона и средней температурой 40 °C в течение длительного периода времени. Предполагается, что уровни влажности находятся в пределах, установленных производителем. Для более высокой средней температуры 60 °C частоту отказов необходимо умножить на коэффициент, полученный опытным путем, который равен 2,5. Аналогичный множитель используется, если требуется учесть регулярные температурные колебания.
- Предполагалось, что появление безопасной ошибки (например, выход находится в безопасном состоянии) будет устранено в течение 8 часов (например, снятием перегоревшего датчика).
- В период отсутствия устройства и осуществления его ремонта необходимо предпринять меры по обеспечению безопасности работы (например: замена аналогом).
- Для расчета предполагалось, что индикация опасной ошибки (по шине для отображения неисправности) будет обнаружена в течение 1 часа логическим решающим устройством (SPS).

## 2.3 Защитная функция и безопасное состояние

Безопасное состояние определяется как низкое значение выходов (питание отсутствует).

1-канальные устройства с защитной функцией

### **KF\*\***-SR2-(Ex)1.W****

S1 положение I (нормальная работа)

При нормальной работе безопасное состояние достигается, когда вход датчика NAMUR находится в выключенном состоянии.

S1 положение II (инверсная работа)

При инверсной работе безопасное состояние достигается, когда вход датчика NAMUR находится во включенном состоянии.

### **KF\*\***-SR2-(Ex)1.W.LB****

S1 положение I (нормальная работа)

При нормальной работе безопасное состояние достигается, когда вход датчика NAMUR находится в выключенном состоянии.

S1 положение II (инверсная работа)

При инверсной работе безопасное состояние достигается, когда вход датчика NAMUR находится во включенном состоянии.

S2 положение I (выход II в качестве сигнала)	Выход II имеет то же состояние переключения, что и выход I.
S2 положение II (выход II в качестве сообщения об ошибке)	Выход LB/SC – питание отсутствует в случае неисправности. Не для использования выхода II для обеспечения безопасности.

## 2-канальные устройства с защитной функцией

### KF\*\*-SR2-(Ex)2.\*\*

S1 положение I (нормальная работа, канал входа I)	При нормальной работе выход I достигает безопасного состояния, когда вход I датчика NAMUR находится в выключенном состоянии.
S1 положение II (инверсная работа, канал входа I)	При инверсной работе выход I достигает безопасного состояния, когда вход I датчика NAMUR находится во включенном состоянии.
S2 положение I (нормальная работа, канал входа II)	При нормальной работе выход II достигает безопасного состояния, когда вход II датчика NAMUR находится в выключенном состоянии.
S2 положение II (инверсная работа, канал входа II)	При инверсной работе выход II достигает безопасного состояния, когда вход II датчика NAMUR находится во включенном состоянии.

## Диагностика LB/SC

Управление входным контуром всех версий осуществляется, если активна функция определения повреждений цепи (обязательная, см. спецификацию). Функция определения повреждений цепи включается при переведении переключателя S3 в положение I. Соответствующая функция безопасности определяется как низкое значение/отсутствие питания выходов (безопасное состояние) при обнаружении повреждения цепи.



### **Примечание!**

Выходы для индикации неисправности не относятся к безопасности.

## Время реакции

Время реакции для всех функций безопасности составляет < 20 мс.

## 2.4 Характерные значения безопасности

KFD2-SR2-(Ex)\*.W(.LB)

Параметры в соответствии с IEC 61508	Значения
Тип оценки и документация	Комплексная оценка
Тип устройства	В
Режим работы	Режим работы с низкой частотой запросов или режим работы с высокой частотой запросов
HFT	0
SIL	2 (проверено в эксплуатации в соответствии с IEC 61511)
Защитная функция	Один релейный выход одного канала
$\lambda_s^1$	138,6 FIT
$\lambda_d^1$	72,3 FIT
$\lambda_{no\ effect}^2$	76,6 FIT
$\lambda_{total}$ (защитная функция)	288 FIT
$\lambda_{no\ part}$	62,7 FIT
SFF	74,86%
MTBF <sup>3</sup>	325 лет
PFH	$2,85 \times 10^{-8}$ 1/ч
PFH <sub>средн.</sub> для T <sub>proof</sub> = 1 год	$3,17 \times 10^{-4}$
PFH <sub>средн.</sub> для T <sub>proof</sub> = 2 года	$6,33 \times 10^{-4}$
PFH <sub>средн.</sub> для T <sub>proof</sub> = 5 лет	$1,58 \times 10^{-3}$
Время реакции <sup>4</sup>	< 20 мс

<sup>1</sup> "Не рассматриваемые" отказы считаются на 50% безопасными отказами и на 50% опасными отказами в соответствии с отчетом FMEDA, опубликованным на сайте [exida.com](http://exida.com).

<sup>2</sup> Отказы "без эффекта" не влияют на функции безопасности и поэтому добавлены к  $\lambda_s$ .

<sup>3</sup> в соответствии с SN29500. При расчете данного значения учитывались отказы, не относящиеся к функции безопасности.

<sup>4</sup> Время, прошедшее с момента обнаружения неисправности до реакции на нее.

Таблица 2.1

KFA\*-SR2-(Ex)\*.W(.LB)

Параметры в соответствии с IEC 61508	Значения
Тип оценки и документация	Комплексная оценка
Тип устройства	B
Режим работы	Режим работы с низкой частотой запросов или режим работы с высокой частотой запросов
HFT	0
SIL	2 (проверено в эксплуатации в соответствии с IEC 61511)
Защитная функция	Один релейный выход одного канала
$\lambda_s^1$	112,1 FIT
$\lambda_d^1$	65,1 FIT
$\lambda_{no\ effect}^2$	51,9 FIT
$\lambda_{total}$ (защитная функция)	229 FIT
$\lambda_{no\ part}$	20,0 FIT
SFF	71,58%
MTBF <sup>3</sup>	458 лет
PFH	$6,51 \times 10^{-8}$ 1/ч
PFD <sub>средн.</sub> для T <sub>proof</sub> = 1 год	$2,85 \times 10^{-4}$
PFD <sub>средн.</sub> для T <sub>proof</sub> = 2 года	$5,70 \times 10^{-4}$
PFD <sub>средн.</sub> для T <sub>proof</sub> = 5 лет	$1,42 \times 10^{-3}$
Время реакции <sup>4</sup>	< 20 мс

<sup>1</sup> "Не рассматриваемые" отказы считаются на 50% безопасными отказами и на 50% опасными отказами в соответствии с FMECA, опубликованным на сайте exida.com.

<sup>2</sup> Отказы "без эффекта" не влияют на функции безопасности и поэтому добавлены к  $\lambda_s$ .

<sup>3</sup> в соответствии с SN29500. При расчете данного значения учитывались отказы, не относящиеся к функции безопасности.

<sup>4</sup> Время, прошедшее с момента обнаружения неисправности до реакции на нее.

Таблица 2.2

KFD2-SR2-(Ex)2.2S

Параметры в соответствии с IEC 61508	Значения
Тип оценки и документация	Комплексная оценка
Тип устройства	B
Режим работы	Режим работы с низкой частотой запросов или режим работы с высокой частотой запросов
HFT	0
SIL	2 (проверено в эксплуатации в соответствии с IEC 61511)
Защитная функция	Один релейный выход одного канала
$\lambda_s^1$	156 FIT
$\lambda_d^1$	84,3 FIT
$\lambda_{no\ effect}^2$	86,3 FIT
$\lambda_{total}$ (защитная функция)	327 FIT
$\lambda_{no\ part}$	66,4 FIT
SFF	74,18%
MTBF <sup>3</sup>	290 лет
PFH	$8,43 \times 10^{-8}$ 1/ч
PFD <sub>средн.</sub> для $T_{proof} = 1$ год	$3,70 \times 10^{-4}$
PFD <sub>средн.</sub> для $T_{proof} = 2$ года	$7,39 \times 10^{-4}$
PFD <sub>средн.</sub> для $T_{proof} = 5$ лет	$1,85 \times 10^{-3}$
Время реакции <sup>4</sup>	< 20 мс

<sup>1</sup> "Не рассматриваемые" отказы считаются на 50% безопасными отказами и на 50% опасными отказами в соответствии с отчетом FMEDA, опубликованным на сайте exida.com.

<sup>2</sup> Отказы "без эффекта" не влияют на функции безопасности и поэтому добавлены к  $\lambda_s$ .

<sup>3</sup> в соответствии с SN29500. При расчете данного значения учитывались отказы, не относящиеся к функции безопасности.

<sup>4</sup> Время, прошедшее с момента обнаружения неисправности до реакции на нее.

Таблица 2.3

Характерные значения безопасности, такие как PFD, SFF, HFT и  $T_{proof}$ , взяты из отчета SIL/отчета FMEDA. Обратите внимание, что коэффициенты PFD и  $T_{proof}$  взаимосвязаны.

Работу устройств необходимо проверять в течение интервала контрольной проверки ( $T_{proof}$ ).

## 3 Рекомендации по безопасности

### 3.1 Интерфейсы

Устройство предусматривает следующие интерфейсы. Соответствующие клеммы см. в спецификации.

- Интерфейсы, связанные с безопасностью:

KF\*\*-SR2-(Ex)\*(LB)  
KFD2-SR2-(Ex)2.2S

- Интерфейсы, не связанные с безопасностью: выход ERR

### 3.2 Конфигурация

Перед включением устройство необходимо настроить посредством доступных пользователю DIP-переключателей для соответствующей функции выхода. Во время работы любое изменение рабочего режима (модификация DIP-переключателя) может привести к отключению функции безопасности (не допускайте подобных ситуаций).

Устройства серии KF оснащены подходящей крышкой для защиты от случайных изменений.

### 3.3 Срок эксплуатации

Несмотря на то, что постоянная частота отказов определяется на основании вероятностной оценки, данное значение применимо только в случае, когда не превышен срок эксплуатации компонентов. В случае превышения срока эксплуатации результат вероятностного расчета не имеет смысла, поскольку со временем вероятность неисправности существенно возрастает. Срок эксплуатации в значительной степени зависит от самого компонента и условий его эксплуатации – в частности, от температуры (например, электролитические конденсаторы могут быть очень чувствительны к рабочей температуре).

Подобное предположение о постоянной частоте отказов основано на кривой интенсивности отказов, на которой отображается стандартное поведение электронных компонентов.

Поэтому очевидно, что расчет отказов действителен только для компонентов, имеющих постоянную сферу действия, а действительность расчета ограничена сроком эксплуатации каждого компонента.

Предполагается, что ранние отказы обнаруживаются в большом количестве в период установки, в связи с чем предположение о постоянной частоте отказов на протяжении срока эксплуатации истинно.

Однако согласно IEC 61508-2 срок службы следует предполагать на основании личного опыта. Как показывает опыт, срок службы обычно составляет от 8 до 12 лет.

Наш опыт доказывает, что срок эксплуатации продукции Pepperl+Fuchs может быть выше

- при отсутствии компонентов с сокращенным сроком эксплуатации в контуре безопасности (например, электролитические конденсаторы, реле, флеш-память, оптопара), которые могут приводить к опасным необнаруженным отказам
- если температура окружающей среды значительно ниже 60 °С.

Обратите внимание, что срок эксплуатации относится к (постоянной) частоте отказов устройства. Срок эксплуатации может быть выше.

### 3.4

#### Установка и ввод в эксплуатацию

При установке необходимо учитывать все аспекты относительно уровня SIL контура. Во время установки или замены устройства необходимо отключить контур. Заменяйте устройства изделиями того же типа.

## 4 Контрольная проверка

### 4.1 Процедура контрольной проверки

Согласно IEC 61508-2 следует проводить периодическую контрольную проверку для выявления потенциально опасных отказов, не выявленных иным образом в ходе диагностических проверок.

Периодически необходимо проверять функционирование подсистемы (временной интервал зависит от используемого параметра  $PFD_{\text{средн}}$  в соответствии с данными, приведенными в данном руководстве). См. раздел 2.4.

Оператор несет ответственность за определение типа контрольной проверки и соответствующего интервала времени.

Требуется следующее дополнительное оборудование:

- Цифровой мультиметр с точностью более 0,1%  
Для выполнения контрольной проверки искробезопасной стороны устройств используйте специальный цифровой мультиметр для искробезопасных цепей. Запрещается дальнейшее использование цепей в качестве искробезопасных, если они работали с цепями других типов защиты.
- Номинальное напряжение источника питания должно составлять 24 В пост. тока

После конфигурации необходимо проверить настройки с помощью соответствующих тестов.

#### Процедура:

Необходимо смоделировать состояние датчика с помощью потенциометра 4,7 кОм (пороговое значение для нормальной работы), резистора 220 Ом (определение короткого замыкания) и резистора 150 кОм (определение обрыва провода).

Проверку входа следует проводить отдельно для каждого канала входа. Пороговое значение должно находиться в диапазоне 1,4 мА - 1,9 мА, гистерезис должен находиться в диапазоне 170 мкА и 250 мкА. Проверку входа следует проводить на используемом в работе разъеме.

- Для нормального режима работы реле должно включаться (должен гореть желтый светодиод), если входной ток выше порогового значения.
- Для инверсного режима работы реле должно включаться (должен гореть желтый светодиод), если входной ток ниже порогового значения.

Если ко входу подключен резистор  $R_{SC}$  (220 Ом) или резистор  $R_{LB}$  (150 кОм), устройство должно определить внешнюю ошибку. Красный светодиод должен мигать, а реле соответствующего канала должно выключиться.

Все выходы реле устройства следует проверять с определенной силой тока, а именно 100 мА. Во избежание поражения электрическим током для данной проверки рекомендуется использовать 24 В пост. тока. В соответствии с принципом функциональной безопасности важно проверить, **разомкнуты** ли контакты реле в случае отключения реле.

После проверки устройство необходимо вновь настроить на исходные параметры для текущей области применения. Кроме того, необходимо обеспечить защиту переключателей настроек от случайного переключения. Для этого задвижку с этикеткой можно зафиксировать.

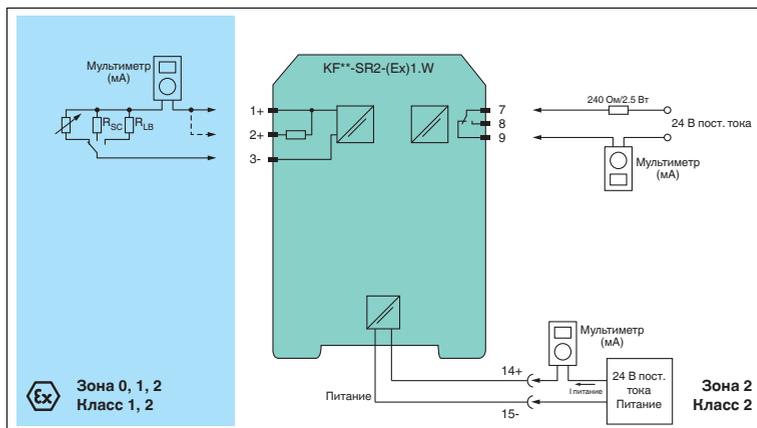


Рис. 4.1 Схема проведения контрольной проверки для KF\*\*-SR2-(Ex)1.W  
Использование в зоне 0, 1, 2/класс 1, 2 только для KF\*\*-SR2-Ex1.W.

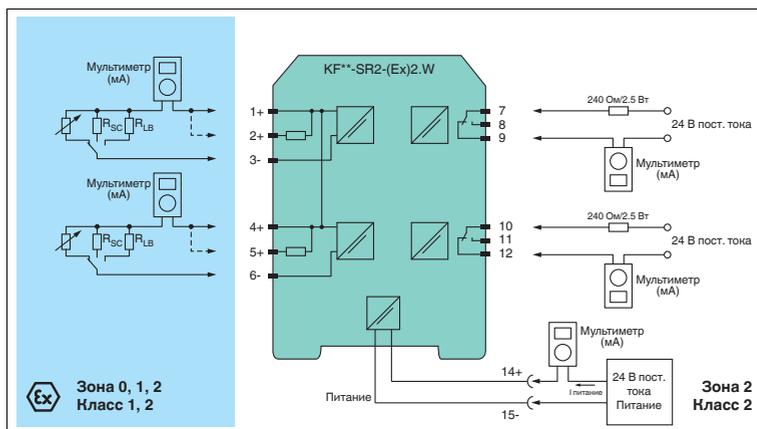


Рис. 4.2 Схема проведения контрольной проверки для KF\*\*-SR2-(Ex)2.W  
Использование в зоне 0, 1, 2/класс 1, 2 только для KF\*\*-SR2-Ex2.W.

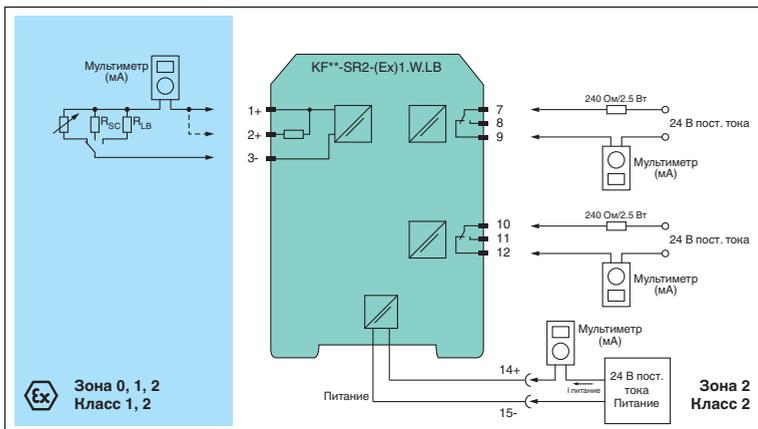


Рис. 4.3 Схема проведения контрольной проверки для KF\*\*-SR2-(Ex)1.W.LB  
Использование в зоне 0, 1, 2/класс 1, 2 только для KF\*\*-SR2-Ex1.W.LB.

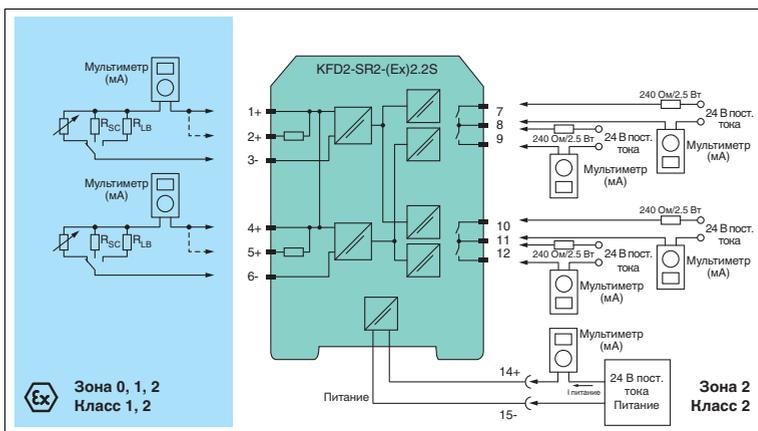


Рис. 4.4 Схема проведения контрольной проверки для KFD2-SR2-(Ex)2.2S  
Использование в зоне 0, 1, 2/класс 1, 2 только для KFD2-SR2-Ex2.2S.

## 5 Сокращения

<b>FIT</b>	Частота отказов ( <b>Failure In Time</b> )
<b>FMEDA</b>	Анализ характера и последствий отказов ( <b>Failure Mode, Effects and Diagnostics Analysis</b> )
$\lambda_s$	Вероятность безопасного отказа
$\lambda_d$	Вероятность опасного отказа
$\lambda_{no\ effect}$	Вероятность неисправности компонентов в контуре безопасности, которая не повлияет на работу защитной функции
$\lambda_{not\ part}$	Вероятность неисправности компонентов вне контура безопасности
$\lambda_{total}$ (защитная функция)	Защитная функция
<b>HFT</b>	Аппаратная отказоустойчивость ( <b>Hardware Fault Tolerance</b> )
<b>MTBF</b>	Среднее время безотказной работы ( <b>Mean Time Between Failures</b> )
<b>MTTR</b>	Средняя наработка до ремонта ( <b>Mean Time To Repair</b> )
<b>FPD</b> <sub>средн.</sub>	Средняя вероятность отказа по запросу ( <b>Average Probability of Failure on Demand</b> )
<b>PFH</b>	Вероятность опасного отказа за час ( <b>Probability of dangerous Failure per Hour</b> )
<b>PTC</b>	Охват контрольной проверки ( <b>Proof Test Coverage</b> )
<b>SFF</b>	Доля безопасных отказов ( <b>Safe Failure Fraction</b> )
<b>SIF</b>	Инструментальные функции безопасности ( <b>Safety Instrumented Function</b> )
<b>SIL</b>	Уровень полноты безопасности ( <b>Safety Integrity Level</b> )
<b>SIS</b>	Приборная система обеспечения безопасности ( <b>Safety Instrumented System</b> )
$T_{proof}$	Интервал контрольной проверки
<b>ERR</b>	Ошибка
<b>LB</b>	Обрыв провода ( <b>Lead Breakage</b> )
<b>LFD</b>	Определение повреждений цепи ( <b>Line Fault Detection</b> )
<b>SC</b>	Короткое замыкание ( <b>Short Circuit</b> )

# PROCESS AUTOMATION – PROTECTING YOUR PROCESS



## Worldwide Headquarters

Pepperl+Fuchs GmbH  
68307 Mannheim · Germany  
Tel. +49 621 776-0  
E-mail: [info@de.pepperl-fuchs.com](mailto:info@de.pepperl-fuchs.com)

For the Pepperl+Fuchs representative  
closest to you check [www.pepperl-fuchs.com/contact](http://www.pepperl-fuchs.com/contact)

[www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com)

Subject to modifications  
Copyright PEPPERL+FUCHS • Printed in Germany

 **PEPPERL+FUCHS**  
*PROTECTING YOUR PROCESS*