

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«ИЗГОТОВИТЕЛЬ»

ОКПД2: 27.12.40.000

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор  
ООО «ИЗГОТОВИТЕЛЬ»

\_\_\_\_\_ ФИО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Низковольтное комплектное устройство НКУ  
Руководство по функциональной безопасности

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Одобрено:

Начальник ОТК (технолог / инженер)

\_\_\_\_\_ (Ф. И. О)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Разработано:

ООО «ИЗГОТОВИТЕЛЬ»

\_\_\_\_\_ (Ф. И. О)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

г. Москва

2024 г.

Име. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подл. и дата



# 1 Общие сведения

1.1 Данное руководство по функциональной безопасности разработано в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012.

Цель руководства по безопасности состоит в документальном оформлении информации, связанной с применяемым НИЗКОВОЛЬТНОЕ КОМПЛЕКТНОЕ УСТРОЙСТВО НКУ (далее по тексту – НКУ)

Документ необходим для обеспечения интеграции применяемого изделия в систему, или подсистему, или элемент, связанные с безопасностью, в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012.

Настоящее руководство устанавливает общий подход к вопросам обеспечения безопасности для всех стадий жизненного цикла систем, состоящих из электрических и/или электронных, и/или программируемых электронных (Э/Э/ПЭ) элементов, которые используются для выполнения функций обеспечения безопасности.

Настоящее руководство устанавливает метод разработки спецификации требований к безопасности, необходимых для достижения заданной функциональной безопасности электронных систем, связанных с безопасностью.

Данные о предыдущих версиях руководства по безопасности

ДАТА	ОПИСАНИЕ
00.00.2024 г.	Начальная версия документа Руководство введено впервые

Име. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подл. и дата					Лист
									3
Изм	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ				

## 2 Сфера действия

### 2.1 Исполнение устройства

Данное руководство по безопасности распространяется на Низковольтное комплектное устройство НКУ (далее по тексту – НКУ), предназначенное для распределения и управления

#### (1) Коллективное устройство взаимодействия КУОБЗ

По каналам связи с центром обработки данных и другими устройствами:

Модуль связи:

- Антенна ГЛОНАСС
- Антенна GSM

Вывод изображения / сигнал видео:

- Порт №1 оцифровывания изображения / сигнала (типа сигнала BNC-RCA)
- Порт №2 оцифровывания изображения / сигнала (типа сигнала BNC-RCA)

#### (2) Сигнализационное индивидуальное устройство ИУ

По каналам связи с центром обработки данных и другими устройствами:

Модуль связи:

- Антенна GSM (порт связи с коллективным устройством КУОБЗ)

Вывод изображения / сигнал видео:

- Порт оцифровывания изображения / сигнала (типа сигнала BNC-RCA)

#### (3) Индивидуальное устройство руководителя ИУР с ПО

По каналам связи с центром обработки данных и другими устройствами:

Модуль связи:

- Антенна ГЛОНАСС
- Антенна GSM

Вывод изображения / сигнал видео:

- Порт оцифровывания сигнала (типа сигнала TMDS 165 МГц)
- Сигнал интерфейса DisplayPort
- Сигнал передачи видео типа MHL

#### (4) Локомотивное устройство УИШПС

По каналам связи с центром обработки данных и другими устройствами:

Модуль связи:

- Антенна ГЛОНАСС

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Лист

4



## 2.2 Область применения

НКУ должен обеспечивать в автоматическом режиме в различных условиях эксплуатации (в том числе в условиях ограниченной видимости и (или) повышенного шума, в сложных погодных условиях, в ночное время суток):

- .....;
- .....;
- .....

Используемые системой НКУ сигналы - по нормативам согласно таблице 1.

Таблица 1

Тип сигнала	Используемый стандарт
Единый международный стандарт цифрового кодирования -сигнал обычной чёткости	ITU-R BT.601-5
Аналоговые и цифровые представления сигналов	ГОСТ Р 53536-2009
Цифровые интерфейсы	ГОСТ Р 53535-2009
Параллельные цифровые интерфейсы	ГОСТ Р 53540-2009
Оборудование звуковых систем	IEC 60268-4, Sound system equipment
Цветовое пространство RGB, используемое по умолчанию - sRGB	IEC 61966-2-1:1999 with Amendment 1 (2003)
Оборудование, использующее жидкокристаллические дисплейные панели	IEC 61966-4:2000
Задержка при передаче мультимедийных данных, синхронизация и измерение частоты кадров	ITU-T P.931:1998

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Лист

6

### 3. Проектирование

#### 3.1 Функция безопасности и безопасное состояние

Функцией безопасности является корректное формирование данных (в соответствии с таблицей 1), соответствующих конкретному состоянию (обстановки / условий взаимодействия сотрудников) согласно руководству по эксплуатации 27.12.40-002-ОКПО-2023 РЭ:

- состояние подключенных устройств комплекса
- режим работы подключенных устройств
- предупредительная сигнализация
- аварийная сигнализация

#### 3.2 Необходимые условия для правильной эксплуатации

**3.2.1** Должны выдерживаться границы условий применения, указанные в руководстве по эксплуатации. Не допускается применение НКУ в окружающих средах агрессивных по отношению к материалам, контактирующим с измеряемым оборудованием, например повышенный уровень радиации и альфа / гамма-излучения.

##### 3.2.2 Соответствие цифровых интерфейсов по ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005:

- правильное подключение интерфейсов;
- поддержание непрерывного подключения с обрабатывающим центром (процессор);
- правильное последовательное присоединение приемопередатчиков;
- питание ячеек дискретных входов/выходов на требуемом техническими параметрами изделия и типами измерений уровне.

**3.2.3** Спецификации согласно данным руководства по эксплуатации должны выдерживаться в указанных пределах.

**3.2.4** Настройка режима адресов, маршрутизации. Работа с вкладкой «STV». По структуре встроенного программного обеспечения - Идентификационные данные метрологически значимой части / Проверка метрологически значимой части

**3.2.5** Обеспечение безопасности сети связи: Способность сети электросвязи противостоять преднамеренным и непреднамеренным дестабилизирующим воздействиям (угрозам безопасности) на входящие в состав сети связи средства и линии связи в процессе приема и передачи, обработки и хранения информации, что может привести к нарушениям целостности и устойчивости сети связи.

**3.2.6** Должны быть приняты во внимание для утверждения Уровня Полноты Безопасности дополнительные сведения, указанные в главе 4.2.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Лист

7

## 4. Показатели функциональной безопасности

### 4.1 Классификация уровня безопасности согласно таблице 2

Таблица 2

Интегральный уровень безопасности SIL	Допустимая вероятность отказа PFDavg
SIL 4	$10^{-5}$ -- $10^{-4}$
SIL 3	$10^{-4}$ -- $10^{-3}$
SIL 2	$10^{-3}$ -- $10^{-2}$
SIL 1	$10^{-2}$ -- $10^{-1}$

Показатели в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508. Для функций безопасности, работающих в режиме редких запросов, в качестве характеристики надежности контура используется средняя вероятность отказа выполнения по запросу PFDavg.

Требование к отказоустойчивости определяет минимальное число отказов в контуре безопасности, при котором контур все еще может выполнять свою функцию. Минимально допустимое число отказов приведено в таблице 3.

Таблица 3

УИБ	Режим запросов выполнения работы контура – контур безопасности	Минимально допустимое число отказов аппаратных средств
1	Любой – модуль в составе системы	0
2	Редкие запросы	0
2	Частые (непрерывные) запросы – наличие взрывоопасной среды и/ или непрерывного требования соблюдения режима безопасной работы изделия модуль НКУ ОПБ-23	1
3	Любой - барьер искрозащиты	1
4	Любой – датчики / система диагностики	2

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Лист

8



## 4.2 Дополнительные сведения

4.2.1 Частоты отказов устройства определяются посредством FMEDA анализа по ГОСТ Р МЭК 61508.

В основе расчетов лежат частоты отказов конструктивных элементов.

Следующие исходные предпосылки были сделаны при анализе видов, эффектов и диагностики отказов НКУ:

Интенсивность отказов является постоянной величиной, механизмы естественного износа не учитываются. Распространение отказов не рассматривается.

Износ механических частей не учитывается.

Отказы, возникающие в процессе задания параметров, не рассматриваются.

НКУ относятся к компоненту типа «В» по ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012.

Отказом НКУ считается невозможность выполнения заявленных функций.

Интенсивность отказов внешнего источника питания не учитывалась.

Приведенные интенсивности отказов соответствуют типичным условиям эксплуатации на промышленных предприятиях, описанным в стандарте МЭК 60654-1, класс С.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ				Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## Используемые сокращения

ПАЗ	Противоаварийная автоматическая защита
ФНП ОПВБ	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»
ПСБ	Приборная система безопасности
УПБ	Уровень полноты безопасности
НКУ	Низковольтное комплектное устройство
PFDAvg	Вероятность отказа выполнения по запросу
PFH	Средняя частота отказов в час
$\lambda_T$	Суммарная интенсивность отказов
$\lambda_D$	Интенсивность опасных отказов
$\lambda_{SD}$	Безопасные обнаруженные отказы
$\lambda_{SU}$	Безопасные необнаруженные отказы
$\lambda_{DD}$	Опасные обнаруженные отказы
$\lambda_{DU}$	Опасные необнаруженные отказы
$t_{CE}$	Эквивалентное среднее время простоя канала
$T_1$	Временной интервал между контрольными проверками;
MRT	Среднее время ремонта
MTTR	Среднее время восстановления
SIL	Уровень совокупной (полной) функциональной безопасности.

### Используемые справочные данные по значениям интенсивности отказов элементов:

ТОМСК 2004

Министерство образования Российской Федерации  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

В.Г. Козлов

Теория надёжности

Учебное издание

Корчагин Анатолий Борисович / Сердюк Виталий Степанович / Бокарев Александр Иванович

Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие в двух частях.

Часть 2. ПРАКТИКУМ. ИД № 06039 от 12.10.2001 г.

Сводный темплан 2011 г.

Интенсивность отказов и условные долговечности изделий по данным седьмого, восьмого и девятого симпозиумов США

СТАНДАРТ MIL-HDBK-217F

Приложение 2

2011-2014

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Лист

10

#### 4.2.2 Коллективное устройство взаимодействия КУОБЗ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАДЕЖНОСТИ КОНТУРА СВЯЗИ				
Модуль	Элементы модуля	Тип сигнала	Интенсивность отказов сигналов компонентов элемента ( $\lambda_j$ ); $10^{-6}$ (1/ч)	
			Обнаруженные	Необнаруженные
Модуль связи	Антенна ГЛОНАСС	Радиосигнал L1 (1,6 ГГц) L2 (1,25 ГГц)	2,44	1,15
	Антенна GSM	GMSK BT — 0,3	1,65	0,60
Вывод изображения / сигнал видео	Порт №1 оцифровывания изображения / сигнала	BNC-RCA	2,80	1,76
	Порт №2 оцифровывания изображения / сигнала	BNC-RCA	2,80	1,76

Опасные обнаруженные отказы.

Интенсивность опасного обнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DD} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DDj} = \sum_1^4 \left( \frac{33}{20} + \frac{61}{25} + \frac{14}{5} + \frac{14}{5} \right) = 9,69 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

Интенсивность опасного необнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DU} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DUj} = \sum_1^4 \left( \frac{3}{5} + \frac{23}{20} + \frac{44}{25} + \frac{44}{25} \right) = 5,27 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  - число элементов в модуле;  
 $\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го элемента.

Име. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Взам. инв. №					
Име. № дубл.					
Подп. и дата					
Подп. и дата					

### 4.2.3 Сигнализационное индивидуальное устройство ИУ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАДЕЖНОСТИ КОНТУРА СВЯЗИ				
Модуль	Элементы модуля	Тип сигнала	Интенсивность отказов сигналов компонентов элемента ( $\lambda_j$ ); $10^{-6}$ (1/ч)	
			Обнаруженные	Необнаруженные
Модуль связи	Антенна GSM	GMSK BT — 0,3	1,65	0,60
Вывод изображения / сигнал видео	Порт оцифровывания изображения / сигнала	BNC-RCA	2,80	1,76

Опасные обнаруженные отказы.

Интенсивность опасного обнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DD} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DDj} = \sum_1^2 \left( \frac{33}{20} + \frac{14}{5} \right) = 4,45 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

Интенсивность опасного необнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DU} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DUj} = \sum_1^2 \left( \frac{3}{5} + \frac{44}{25} \right) = 2,36 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  - число элементов в модуле;  
 $\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го элемента.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

### 4.2.3 Индивидуальное устройство руководителя ИУР с ПО

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАДЕЖНОСТИ КОНТУРА СВЯЗИ				
Модуль	Элементы модуля	Тип сигнала	Интенсивность отказов сигналов компонентов элемента ( $\lambda_j$ ); $10^{-6}$ (1/ч)	
			Обнаруженные	Необнаруженные
Модуль связи	Антенна ГЛОНАСС	Радиосигнал L1 (1,6 ГГц) L2 (1,25 ГГц)	2,44	1,15
	Антенна GSM	GMSK BT — 0,3	1,65	0,60
Вывод изображения / сигнал видео	Пор оцифровывания сигнала	TMDS 165 МГц	3,42	1,96
	Сигнал интерфейса DisplayPort	-	3,11	1,76
	Сигнал передачи видео	MHL	3,11	1,76

Опасные обнаруженные отказы.

Интенсивность опасного обнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DD} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DDj} = \sum_1^5 \left( \frac{33}{20} + \frac{61}{25} + \frac{311}{100} + \frac{311}{100} + \frac{171}{50} \right) = 13,73 \cdot 10^{-6} (1/ч)$$

Интенсивность опасного необнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DU} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DUj} = \sum_1^5 \left( \frac{3}{5} + \frac{23}{20} + \frac{44}{25} + \frac{44}{25} + \frac{49}{25} \right) = 7,23 \cdot 10^{-6} (1/ч)$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  - число элементов в модуле;  
 $\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го элемента.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

#### 4.2.4 Локомотивное устройство УИПИС

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАДЕЖНОСТИ КОНТУРА СВЯЗИ				
Модуль	Элементы модуля	Тип сигнала	Интенсивность отказов сигналов компонентов элемента ( $\lambda_j$ ); $10^{-6}$ (1/ч)	
			Обнаруженные	Необнаруженные
Модуль связи	Антенна ГЛОНАСС	Радиосигнал L1 (1,6 ГГц) L2 (1,25 ГГц)	2,44	1,15
	Антенна GSM	GMSK BT — 0,3	1,65	0,60
Вывод изображения / сигнал видео	Пор оцифровывания сигнала	TMDS 165 МГц	3,42	1,96
	Сигнал интерфейса DisplayPort	-	3,11	1,76
	Сигнал передачи видео	MHL	3,11	1,76

Опасные обнаруженные отказы.

Интенсивность опасного обнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DD} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DDj} = \sum_{j=1}^5 \left( \frac{33}{20} + \frac{61}{25} + \frac{311}{100} + \frac{311}{100} + \frac{171}{50} \right) = 13,73 \cdot 10^{-6} (1/ч)$$

Интенсивность опасного необнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DU} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DUj} = \sum_{j=1}^5 \left( \frac{3}{5} + \frac{23}{20} + \frac{44}{25} + \frac{44}{25} + \frac{49}{25} \right) = 7,23 \cdot 10^{-6} (1/ч)$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  - число элементов в модуле;  
 $\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го элемента.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

#### 4.2.5 Коммуникационный сервер

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАДЕЖНОСТИ КОНТУРА СВЯЗИ				
Модуль	Элементы модуля	Тип сигнала	Интенсивность отказов сигналов компонентов элемента ( $\lambda_j$ ); $10^{-6}$ (1/ч)	
			Обнаруженные	Необнаруженные
Канал компьютерной сети	-	1 x 1 GbE	1,15	0,75
	тип USB	Шина PCI/ISA	0,55	0,55
Вывод изображения / сигнал видео	Цифровой	AES3 (AES / EBU)	3,35	1,7
	шина PCI	CLK по линиям RST#, INTA#, INTD#, PME# и CLKRUN#	2,12	0,37
Канал вывода звука	Сигнал интерфейса DisplayPort	-	1,40	0,62

Опасные обнаруженные отказы.

Интенсивность опасного обнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DD} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DDj} = \sum_{j=1}^5 \left( \frac{11}{20} + \frac{23}{20} + \frac{7}{5} + \frac{53}{25} + \frac{67}{20} \right) = 8,57 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

Интенсивность опасного необнаруженного отказа сигнала микросхем устройства рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DU} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DUj} = \sum_{j=1}^5 \left( \frac{37}{100} + \frac{11}{20} + \frac{31}{50} + \frac{3}{4} + \frac{17}{10} \right) = 3,99 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  - число элементов в модуле;

$\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го элемента.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

#### 4.2.5 НКУ

Опасные обнаруженные отказы.

Интенсивность опасного обнаруженного отказа сигнала подключенных устройств рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DD(\text{HKY})} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DDj} = \sum_{j=1}^5 \left( \frac{89}{20} + \frac{857}{100} + \frac{969}{100} + \frac{1373}{100} + \frac{1373}{100} \right) = 50,17 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

Интенсивность опасного необнаруженного отказа сигнала подключенных устройств рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{DU(\text{HKY})} = \sum_{j=1}^m \lambda_{DUj} = \sum_{j=1}^5 \left( \frac{59}{25} + \frac{399}{100} + \frac{527}{100} + \frac{723}{100} + \frac{723}{100} \right) = 26,08 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  - число элементов в модуле;

$\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го элемента системы НКУ.

Интенсивность опасных отказов НКУ рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{D(\text{HKY})} = \lambda_{DD(\text{HKY})} + \lambda_{DU(\text{HKY})} = 76,25 \cdot 10^{-6} \text{ (1/ч)}$$

#### 4.2.6 Вероятность отказа выполнения по запросу

Вероятность отказа выполнения по запросу НКУ рассчитывается по формуле:

$$PFD_{AVG} = 1 - e^{-\lambda_D \cdot t_{CE}} \approx \lambda_D \cdot t_{CE} = (\lambda_{DU} + \lambda_{DD}) \cdot t_{CE} = 0,13 \cdot 10^{-3} \text{ (1/ч)}$$

$$t_{CE} = \frac{\lambda_{DU}}{\lambda_D} \cdot \left( \frac{T_1}{2} + MRT \right) + \frac{\lambda_{DD}}{\lambda_D} \cdot MTTR = 1,825 \text{ секунд}$$

где:

$t_{CE}$  = эквивалентное среднее время простоя канала;

$T_1$  - временной интервал между контрольными проверками

$MRT$  — среднее время ремонта равное двум часам (2 ч);

$MTTR$  — среднее время восстановления равное полутора часам (1,5 ч).

#### Вывод:

Низковольтное комплектное устройство НКУ соответствуют уровню полноты безопасности SIL 2.

Функциональная безопасность полностью соответствует заявленным характеристикам.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



## 5. Запуск в эксплуатацию

### 5.1 Общие положения

Требуется выполнять рекомендации по монтажу и подключению, содержащиеся в руководстве по эксплуатации 27.12.40-002-ОКПО-2023 РЭ.

Монтаж и пуско-наладка должна осуществляться согласно схемам соединений 27.12.40-002-ОКПО-2023 РЭ для конкретного случая по области применения системы.

При монтаже НКУ необходимо руководствоваться гл. 3.4. «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и гл. 7.3 «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ, издание 7-е).

## 6. Диагностика и обслуживание

6.1 Во время технического обслуживания НКУ необходимо применять основные меры для обеспечения безопасности:

### ОСМОТР ОБОРУДОВАНИЯ

- соответствие комплектности и маркировки требованиям паспорта на изделие и настоящего руководства;
- целостность корпусов изделий, входящих в состав, отсутствие механических повреждений;
- наличие маркировок взрывозащиты;
- целостность защитного заземления;
- состояние покрытий;
- целостность кабелей первичных вибропреобразователей;
- наличие всех крепежных элементов;
- надежность крепления изделий;
- крепление и целостность линий связи;
- отсутствие признаков неисправностей оборудования (наличие индикаторов включения питания и т.п.).

### ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ОТСУТСТВИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

- Наличие питания элементов системы (должны светиться индикаторы на входных блоках питания);
- Наличие питания каналов (должны светиться индикаторы на всех блоках питания);
- Наличие питания модулей аналогового вывода (должны светиться индикаторы модулей);

Име. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Лист

17

- Наличие сигнала КОНТРОЛЬ - на реле КОНТРОЛЬ (маркировка «К2») горит индикатор, и само реле замкнуто);
- Наличие сигнала ГОТОВНОСТЬ - на реле ГОТОВНОСТЬ (маркировка «К1») горит индикатор, и само реле замкнуто;
- Работоспособность других компонентов в соответствии с эксплуатационной документацией на компоненты.

### **ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ И КАЛИБРОВКА/ПОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ**

Проверка электрической прочности изоляции и калибровка/поверка измерительных каналов выполняется в соответствии с нормативной документацией изготовителя.

Калибровка каналов связи может также выполняться по методике, согласованной с собственником (пользователем) НКУ, которая не противоречит требованиям конструкторской документации предприятия-изготовителя»

## **7. Контрольная проверка**

7.1 Для обнаружения возможных опасных необнаруженных ошибок функция безопасности должна проверяться через соответствующие промежутки времени посредством контрольной проверки. Выбор вида проверки является ответственностью лица, эксплуатирующего устройство. Временные интервалы между проверками выбираются, руководствуясь требуемой средней вероятностью опасных ошибок по запросу PFDavg (см. гл. 4 "Показатели функциональной безопасности").

Если одна из проверок протекает отрицательно, то вся система должна быть выведена из работы, а безопасное состояние процесса должно поддерживаться другими мерами.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ</b>	Лист
						18

## Внимание!

Во время функционального теста функция безопасности должна рассматриваться как небезопасная. Следует учитывать, что функциональный тест оказывает влияние на подключенные устройства.

При необходимости должны предприниматься другие меры для поддержания функции безопасности.

После завершения функционального теста должно быть восстановлено состояние, определенное для функции безопасности.

**Процедура № 1:** устройство остается в смонтированном состоянии, и есть возможность контроля рабочих параметров.

**Процедура № 2:** устройство демонтировано.

Для этого необходимо:

**При выполнении контрольного испытания будут определены 50 % опасных необнаруженных отказов**

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

27.12.40-001-ОКПО-2024 РФБ

Лист

19

## Приложение А

### Определения

**Функциональная безопасность (Functional Safety)** – часть общей системы безопасности, обусловленная применением управляемого оборудования и системы управления и зависящая от правильности функционирования электрических/ электронных/ программируемых электронных систем (далее – Э/Э/ЭП системы), связанных с безопасностью, и других средств по снижению риска.

**Отказобезопасность** – свойства изделия, ориентированные на сохранение безопасности в случае отказа.

**ДБО (SFF – safety fail fraction)** – доля безопасных отказов - свойство элемента, связанного с безопасностью, определяемое отношением суммы средних частот безопасных отказов и опасных обнаруженных отказов к сумме средних частот безопасных и опасных отказов.

**ОАС (HFT – hardware fault tolerance)** – отказоустойчивость аппаратных средств.

ОАС = X означает, что X+1 является минимальным числом отказов, которые могут привести к потере функции безопасности.

**Средняя вероятность опасного отказа по запросу (probability of dangerous failure on demand, PFDavg)** – средняя неготовность электронной системы, связанной с безопасностью, обеспечить безопасность, т.е. выполнить указанную функцию безопасности, когда происходит запрос.

**Средняя частота опасного отказа в час (average frequency of a dangerous failure per hour, PFH)** – средняя частота опасного отказа электронной системы, связанной с безопасностью, выполняющей указанную функцию безопасности в течение заданного периода времени.

**Полнота безопасности (safety integrity)** – вероятность того, что система, связанная с безопасностью, будет удовлетворительно выполнять требуемые функции безопасности при всех оговоренных условиях в течение заданного периода времени.

**УИБ (SIL – safety integrity level)** – уровень полноты безопасности - дискретный уровень (принимающий одно из четырёх значений), определяющий требования к полноте безопасности для функции безопасности, который ставится в соответствии с Э/Э/ПЭС системам, связанным с безопасностью.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------