ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

Утверждаю
Генеральный Директор
ООО Сертификационный центр "Эндьюренс"
Вервейко А.Ю.

25 апреля 2023 г.

БАРЬЕРЫ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ НБИ

Расчет показателей безотказности

Изготовитель: Общество с ограниченной ответственностью "Ленпромавтоматика"

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

Оглавление

1 Общие положения 3

2 Расчет показателей безотказности 5

3 Интерпретация результатов и выводы. 8

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

1 Общие положения

1.1 Барьеры НБИ обеспечивают питание и искрозащиту сигнальных цепей взрывозащищенных датчиков с унифицированным выходным сигналом постоянного тока 4…20 мА, подключаемых по двухпроводным линиям связи.

1.2 Барьеры НБИ обеспечивают искробезопасность электрических цепей первичных преобразователей и исполнительных устройств, работающих с унифицированным сигналом 4...20 мА постоянного тока, устанавливаемых во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, а также служат для обеспечения питания этих цепей. Барьеры обеспечивают гальваническое разделение входных сигнальных цепей, выходных цепей и цепей питания по всем сечениям.

1.3 Расчет показателей безотказности барьеров искробезопасности НБИ проводится на основании стандарта ГОСТ Р 27.013-2019 (МЭК 62308:2006).

1.4. В качестве метода определения выбран метод оценки прогнозируемых показателей безотказности по справочным данным.

1.4 Интенсивности отказов электронных компонентов взяты из актуализированных баз данных по надёжности Siemens SN 29500-2016, Telcordia Issue 4, Component Reliability Database (CRD) Exida.

1.5 Условия внешнего влияния для интенсивностей отказов и модели напряжения были взяты на основании стандарта IEC 61709-2017.

1.4 Расчет показателей проводится с учетом следующих допущений:

а) Барьеры искробезопасности НБИ являются изделием, номенклатура составных частей которого от проекта к проекту не меняется;

б) В качестве основной функции барьеров искробезопасности НБИ для расчета показателей безотказности рассматривается работоспособность всех блоков и элементов, входящих в состав НБИ;

в) При расчете показателей безотказности НБИ рассматривается наихудший вариант с точки зрения надежности с учетом одновременного использования всего ресурса функций изделия.

г) Расчёт показателей проводится для модификации НБИ-20П как для наиболее сложного с точки зрения компонентной базы изделия. Показатели безотказности НБИ-21П, НБИ-22П, НБИ-10П, НБИ-11П, НБИ-12П будут не хуже указанных показателей, т.к данные модификации имеют меньшее количество компонентов и следовательно меньшую интенсивность отказов.

1.5 За отказ барьера искробезопасности НБИ принимается отказ любого элемента, который приводит к нарушению выполнения изделия основной его функции.

1.6 Расчет проводится в предположении, что поток отказов является простейшим, т.е. удовлетворяет условиям стационарности, отсутствия последействия и ординарности и интенсивность отказов компонентов является постоянной величиной.

В этом случае наработка до отказа подчиняется экспоненциальному распределению и, следовательно:

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

$$R(t) = \exp(-\lambda t),$$

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t),$$

$$\lambda(t) = \lambda,$$

$$\mathrm{MTTF} = \frac{1}{\lambda}$$

где:

MTTF – средняя наработка до отказа.

Для восстанавливаемых изделий среднее время между отказами:

$$\mathrm{MTBF} = \mathrm{MTTF} + \mathrm{MTTR}$$

где MTTR – среднее время ремонта/восстановления (8 часов).

λ - значение интенсивности отказов изделия.

Значение интенсивности отказов можно представить как сумму интенсивностей отказов всех компонентов, входящих в состав изделия:

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i$$

где:

λ_i – значение интенсивности отказов i-го элемента, входящего в состав барьера искробезопасности НБИ, и задействованного в выполнении основной функции;

N – полное число элементов барьера искробезопасности НБИ, задействованных в выполнении основной функции.

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

2 Расчет показателей безотказности

2.1 Значения интенсивностей отказов отдельных элементов входящих в барьеры искробезопасности НБИ, а также суммарная интенсивность отказов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Количество	λ элемента	λ*кол-во
Конденсатор MCC-Y5V-50B-4,7мкФ M	1	4,70E-09	4,70E-09
Конденсатор 1206 Y5V 1 мкФ 50 В	1	4,70E-09	4,70E-09
Конденсатор MCC-Y5V-50B-4,7мкФ M	1	4,70E-09	4,70E-09
Конденсатор 1206 Y5V 1 мкФ 50 В	1	4,70E-09	4,70E-09
Конденсатор ELV-E 100 мкФ 50 В	1	3,70E-09	3,70E-09
Конденсатор 1206 Y5V 1 мкФ 50 В	1	4,70E-09	4,70E-09
Конденсатор MCC-Y5V-50B-4,7мкФ M	2	4,70E-09	9,40E-09
Конденсатор ELV-E 220 мкФ 25 В	1	3,70E-09	3,70E-09
Конденсатор 1206 Y5V 1 мкФ 50 В	2	4,70E-09	9,40E-09
Конденсатор 1206 X7R 220 пФ 50 В	1	1,90E-09	1,90E-09
Конденсатор 1206 X7R 2200 пФ 50 В	2	1,90E-09	3,80E-09
Конденсатор 1206 Y5V 1 мкФ 50 В	1	4,70E-09	4,70E-09
Конденсатор 1206 X7R 470 нФ 50 В	2	1,90E-09	3,80E-09
Конденсатор 1206 X7R 2200 пФ 50 В	2	1,90E-09	3,80E-09
Конденсатор MCC-Y5V-50B-4,7мкФ M	2	4,70E-09	9,40E-09
Конденсатор 1206 X7R 1 нФ 50 В	2	1,90E-09	3,80E-09
Конденсатор 1206 Y5V 1 мкФ 50 В	4	4,70E-09	1,88E-08
Конденсатор 0805 Y5V 1 мкФ 50 В	2	4,70E-09	9,40E-09
Конденсатор 0805 X7R 10 нФ 50 В	1	1,90E-09	1,90E-09
DC/DC преобразователь AM2D-1212D-N	1	4,50E-08	4,50E-08
Микросхема LM2574N-12	1	4,50E-08	4,50E-08
DC/DC преобразователь B1224LS-1WR2	1	4,50E-08	4,50E-08
Микросхема MIC1557BM5	1	3,00E-08	3,00E-08
Микросхема AD8603	2	2,70E-08	5,40E-08
Микросхема MIC4425BM	1	2,75E-08	2,75E-08
Микросхема HCNR201-300	2	5,50E-08	1,10E-07
Микросхема AD8603	2	2,70E-08	5,40E-08
Предохранитель Wickmann 373 200 mA	1	2,50E-08	2,50E-08
Предохранитель Wickmann 373 100 mA	2	2,50E-08	5,00E-08
Индуктивность SDR0604 68 мкГн	2	3,60E-09	7,20E-09
Индуктивность SDR1006 470 мкГн	1	6,00E-09	6,00E-09
Индуктивность SDR0604 68 мкГн	2	3,60E-09	7,20E-09
Резистор 1206 0,25 Вт 20 Ом 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 1 кОм 5 %	4	2,80E-10	1,12E-09
Резистор 1206 0,25 Вт 20 Ом 5 %	1	2,80E-10	2,80E-10

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

Резистор 1206 0,25 Вт 100 кОм 5 %	6	2,80E-10	1,68E-09
Резистор 1206 0,25 Вт 20 Ом 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 1 кОм 5 %	4	2,80E-10	1,12E-09
Резистор 1206 0,25 Вт 100 кОм 5 %	4	2,80E-10	1,12E-09
Резистор 1206 0,25 Вт 20 Ом 5 %	3	2,80E-10	8,40E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 1 кОм 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Перемычка 0 Ом	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 1 кОм 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 100 кОм 5 %	6	2,80E-10	1,68E-09
Резистор 1206 0,25 Вт 300 кОм 5 %	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 130 Ом 5 %	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 43 кОм 1 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 30 кОм 5 %	3	2,80E-10	8,40E-10
Резистор MF60 0,6 Вт 51 Ом 1 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 1 кОм 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 30 кОм 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 120 Ом 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор подстроечный PV37X 0,25 Вт 2 кОм	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 4,3 кОм 1%	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 39 кОм 1%	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 560 Ом 5 %	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор MF60 0,6 Вт 51 Ом 1 %	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 560 Ом 5 %	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор MF60 0,6 Вт 51 Ом 1 %	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 100 кОм 5 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 1206 0,25 Вт 2,2 кОм 5 %	1	2,80E-10	2,80E-10
Резистор 0805 0,125 Вт 1 кОм 1 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Резистор 0805 0,125 Вт 240 Ом 1 %	2	2,80E-10	5,60E-10
Трансформатор СПМЕ 671.144.112-01	1	6,50E-09	6,50E-09
Диод SM4007	1	2,25E-09	2,25E-09
Стабилитрон BZV55 B12	8	1,02E-08	8,16E-08
Диод LL4148	1	2,25E-09	2,25E-09
Стабилитрон BZV55 B12	4	1,02E-08	4,08E-08
Диод SM4007	1	2,25E-09	2,25E-09
Стабилитрон BZV55 B13	1	1,02E-08	1,02E-08
Стабилитрон BZV55 C2V7	2	1,02E-08	2,04E-08
Диод SM4007	2	2,25E-09	4,50E-09
Стабилитрон BZV55 B12	2	1,02E-08	2,04E-08

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

Диод TMMBAT48	10	2,25E-09	2,25E-08
Диод SM4007	2	2,25E-09	4,50E-09
Стабилитрон BZV55 C3V6	2	1,02E-08	2,04E-08
Диод SM4007	2	2,25E-09	4,50E-09
Диод LL4148	4	2,25E-09	9,00E-09
Тиристор BT149B	3	3,44E-08	1,03E-07
Транзистор p-n-p BC857A	3	6,70E-09	2,01E-08
Транзистор IRFU9024N	3	1,12E-08	3,36E-08
Транзистор p-n-p BC857A	2	6,70E-09	1,34E-08
Транзистор IRFU9024N	2	1,12E-08	2,24E-08
Транзистор p-n-p BC857A	3	6,70E-09	2,01E-08
Транзистор IRFU9024N	3	1,12E-08	3,36E-08
Транзистор 2N3904 TO92	2	6,70E-09	1,34E-08
Транзистор n-p-n BC847A	2	6,70E-09	1,34E-08
Транзистор p-n-p BC857A	2	6,70E-09	1,34E-08
Колодка клеммная MSTBO 2,5/ 4-G1L GY	2	1,65E-09	3,30E-09
Колодка клеммная MSTBO 2,5/ 4-G1R BU	2	1,65E-09	3,30E-09
Модуль МСН-02	1	4,70E-09	4,70E-09
Сумма			**1,31E-06**

Суммарная интенсивность отказов барьеров искробезопасности НБИ

$$\lambda = 1{,}31 \cdot 10^{-6} / \text{час}.$$

Средняя наработка до отказа:

MTTF = 764 719 часа (87 лет).

Среднее время между отказами:

MTBF = 764 727 часов.

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

3 Интерпретация результатов и выводы.

3.1 Рассчитаны показатели безотказности барьеров искробезопасности НБИ.

3.2 По результатам расчётов MTTF и MTBF составило 764 719 и 764 727 часов соответственно.

3.3 Полученные результаты означают, что один барьер искробезопасности НБИ отказывает в среднем каждые 764 727 часов. При одновременной эксплуатации 1000 барьеров искробезопасности в среднем каждые 765 часа отказывает один из них.

Расчёт составил:
Зубрев Е.О. _____ **«25» апреля 2023 г.**
подпись

ООО Сертификационный центр «ЭНДЬЮРЕНС»
РФ, 115114, город Москва, 2-й Павелецкий проезд,
дом 5, строение 1, этаж 5, помещение VII, комната 11.
Телефон/факс: +7-495-799-07-93
сайт: https://www.ccendce.com, e-mail: info@ccendce.com

Приложение 1 – Сертификат специалиста

FSP

Certificate / Certificat
Zertifikat / 認証

210419

exida hereby confirms that:

Zubrev Evgenii

Has shown competency in machine functional safety
based on the exida course: FSE 211

In the field of:

Functional Safety Development

And is authorized to use the title:

exida **Functional Safety Practitioner (FSP)**

exida CERTIFICATION

exida.com LLC
www.exida.com

exida Academy

Dr. William M. Goble, CFSE, exidaCSP
Principal Partner, Instructor

exida.com LLC