**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 ЛПА-151

## 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. ..... 6**

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 искробезопасности ЛПА-151 предназначены для обеспечения искробезопа ности электрических цепей устройств, устанавливаемых во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

1.2 Барьеры искробезопасности ЛПА-151 обеспечивают прием и преобразование сигнала от термопреобразователей сопротивления и термопар (ЛПА-151-Х11 — только от термопреобразователей сопротивления) в выходной сигнал постоянного тока, гальваническое разделение входных цепей, выходных цепей и цепей питания, а также гальваническое разделение между каналами.

1.3 Расчет показателей безотказности барьеров искробезопасности ЛПА-151 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 ЛПА-151 являются изделием, номенклатура составных частей которого от проекта к проекту не меняется;

б) В качестве основной функции барьеров искробезопасности ЛПА-151 для расчета показателей безотказности рассматривается работоспособность всех блоков и элементов, входящих в состав ЛПА-151;

в) При расчете показателей безотказности ЛПА-151 рассматривается наихудший вариант с точки зрения надежности с учетом одновременного использования всего ресурса функций изделия.

г) Расчёт показателей проводится для модификации ЛПА-151-201 как для наиболее сложного с точки зрения компонентной базы изделия. Показатели безотказности ЛПА-151-101, ЛПА-151-111 и ЛПА-151-211 будут не хуже указанных показателей, т.к данные модификации имеют меньшее количество компонентов и следовательно меньшую интенсивность отказов.

1.5 За отказ барьера искробезопасности ЛПА-151 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:

$\lambda_i$ – значение интенсивности отказов i-го элемента, входящего в состав барьера искробезопасности ЛПА-151, и задействованного в выполнении основной функции;

N – полное число элементов барьера искробезопасности ЛПА-151, 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 ЛПА-151, а также суммарная интенсивность отказов приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование | Количество | λ элемента | λ*кол-во |
|---|---|---|---|
| Вилка PLD-6 | 1 | 1,65E-09 | 1,65E-09 |
| Диод MBR0520 | 4 | 2,26E-09 | 9,04E-09 |
| Диод SM4007 | 2 | 2,26E-09 | 4,52E-09 |
| Диод TMMBAT48 | 2 | 2,26E-09 | 4,52E-09 |
| Диодная сборка USBLC6-2SC6 | 1 | 2,20E-09 | 2,20E-09 |
| Индуктивность SDR0604 220 мкГн | 2 | 3,60E-09 | 7,20E-09 |
| Кварцевый резонатор KX-KST 8 МГц | 1 | 5,00E-09 | 5,00E-09 |
| Колодка клеммная MSTBO 2,5/ 4-G1L, левая, синяя | 2 | 1,65E-09 | 3,30E-09 |
| Колодка клеммная MSTBO 2,5/ 4-G1R, правая, серая | 2 | 1,65E-09 | 3,30E-09 |
| Конденсатор 0805 NFM21CC223R1H3 (0,022 мкФ) | 8 | 3,10E-09 | 2,48E-08 |
| Конденсатор 0805 NPO 22 пФ 16 В | 2 | 3,10E-09 | 6,20E-09 |
| Конденсатор 0805 X7R 0,01 мкФ 50 В | 27 | 1,90E-09 | 5,13E-08 |
| Конденсатор 0805 X7R 0,022 мкФ 16 В | 6 | 1,90E-09 | 1,14E-08 |
| Конденсатор 0805 X7R 0,1 мкФ 50 В | 27 | 1,90E-09 | 5,13E-08 |
| Конденсатор 0805 X7R 0,22 мкФ 10 В | 2 | 1,90E-09 | 3,80E-09 |
| Конденсатор 0805 X7R 47 нФ 16 В | 1 | 1,90E-09 | 1,90E-09 |
| Конденсатор 0805 Y5V 0,47 мкФ 50 В | 2 | 4,70E-09 | 9,40E-09 |
| Конденсатор 0805 Y5V 1 мкФ 16 В | 2 | 4,70E-09 | 9,40E-09 |
| Конденсатор 0805 Y5V 2,2 мкФ 16 В | 3 | 4,70E-09 | 1,41E-08 |
| Конденсатор 1210 Y5V 4,7 мкФ 50 В | 3 | 4,70E-09 | 1,41E-08 |
| Конденсатор SMD B 10 мкФ 16 В | 7 | 3,10E-09 | 2,17E-08 |
| Конденсатор SMD C 22 мкФ 16 В | 1 | 3,10E-09 | 3,10E-09 |
| Конденсатор SMD D 47 мкФ 16 В | 3 | 3,10E-09 | 9,30E-09 |
| Микросхема AD5061BRJZ-1 | 2 | 4,50E-08 | 9,00E-08 |
| Микросхема AD7795BRUZ | 2 | 4,50E-08 | 9,00E-08 |
| Микросхема ADuM1300ARWZ | 2 | 4,90E-08 | 9,80E-08 |
| Микросхема ADuM1301ARWZ | 2 | 4,90E-08 | 9,80E-08 |
| Микросхема ATmega32u4-AU | 1 | 4,80E-08 | 4,80E-08 |
| Микросхема DS600 | 2 | 1,35E-08 | 2,70E-08 |
| Микросхема LM5009MM | 1 | 4,50E-08 | 4,50E-08 |
| Микросхема LP2985AIM5-3,3 | 2 | 4,90E-08 | 9,80E-08 |
| Микросхема SN74AHC244MPWREP | 1 | 1,68E-08 | 1,68E-08 |
| Микросхема XTR115U | 2 | 2,75E-08 | 5,50E-08 |
| Перемычка 0805 0 Ом | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Предохранитель 263 Series 62 mA | 8 | 2,50E-08 | 2,00E-07 |
| Предохранитель 373 Series 100 mA | 1 | 2,50E-08 | 2,50E-08 |
| Предохранитель SD014 | 1 | 2,50E-08 | 2,50E-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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Преобразователь напряжения WRB2412S-3WR2 | 1 | 4,50E-08 | 4,50E-08 |
| Преобразователь напряжения P6CUI-121515ZLF5 | 1 | 4,50E-08 | 4,50E-08 |
| Преобразователь напряжения МПН-01-01 | 2 | 4,50E-08 | 9,00E-08 |
| Разъем MUBS-5F-SM | 1 | 1,00E-09 | 1,00E-09 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 130 Ом 5% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 О,125Вт 10кОм О,1% | 2 | 2,80E-10 | 5,60E-10 |
| Резистор 0805 0 125 Вт 10кОм 1% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 10кОм 5% | 12 | 2,80E-10 | 3,36E-09 |
| Резистор 0805 0,125Вт 124Ом 0,1% | 4 | 2,80E-10 | 1,12E-09 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 160кОм 1% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 160Ом 5% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 470Ом 1% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 200Ом 5% | 2 | 2,80E-10 | 5,60E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 24Ом 5% | 2 | 2,80E-10 | 5,60E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 3,9к0м 1% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 4,7к0м 5% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 51Ом 5% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 620кОм 1% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 75кОм 1% | 1 | 2,80E-10 | 2,80E-10 |
| Резистор 0805 0,125 Вт 8,2кОм 1% | 2 | 2,80E-10 | 5,60E-10 |
| Резистор 1206 0,25 Вт 390м 1% | 6 | 2,80E-10 | 1,68E-09 |
| Светодиод KPA-3010CGCK | 1 | 1,15E-08 | 1,15E-08 |
| Светодиод KPA-3010SURCK | 2 | 1,15E-08 | 2,30E-08 |
| Стабилитрон BZV55C4V3 | 6 | 4,40E-09 | 2,64E-08 |
| Стабилитрон BZV55B13 | 1 | 4,40E-09 | 4,40E-09 |
| Стабилитрон DL4731A | 8 | 4,40E-09 | 3,52E-08 |
| Тиристор BT149B | 1 | 3,40E-08 | 3,40E-08 |
| Транзистор BCP54 | 2 | 6,70E-09 | 1,34E-08 |
| **Сумма** | | | **1,53E-06** |

Суммарная интенсивность отказов барьеров искробезопасности ЛПА-151

$$\lambda = 1{,}53 \cdot 10^{-6} / \text{час.}$$

Средняя наработка до отказа:

$$MTTF = 654\ 146 \text{ часов (74 года).}$$

Среднее время между отказами:

$$MTBF = 654\ 154 \text{ часов.}$$

## 3 Интерпретация результатов и выводы.

3.1 Рассчитаны показатели безотказности барьеров искробезопасности ЛПА-151.

3.2 По результатам расчётов MTTF и MTBF составило 654 146 и 654 155 часов соответственно.

**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

3.3 Полученные результаты означают, что один барьер искробезопасности ЛПА-151 отказывает в среднем каждые 654 147 часов. При одновременной эксплуатации 1000 барьеров искробезопасности в среднем каждые 654 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