

УТВЕРЖДЕН  
RU.17701729.22001-04 31 ЛУ

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АСОНИКА-К

**Система АСОНИКА-К- СЧ**  
(расчет показателей надежности электронных модулей)

**Описание применения**

**RU.17701729.22001-04 31**

(на CD–дисках)

**Листов 23**

2015

Литера

Инд. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подп. и дата

**АННОТАЦИЯ**

Система расчета надежности электронных модулей АСОНИКА-К-СЧ предназначена для расчетов показателей надежности составных частей (электронных модулей 1-го уровня) по данным о характеристиках надежности электрорадиоизделий (ЭРИ) и режимов их применения. Система может эксплуатироваться как автономно, так и в составе системы АСОНИКА, что позволяет существенно снизить объем исходной информации, как при проведении расчетов надежности, так и при расчетах тепловых и механических режимов работы ЭРИ в подсистеме АСОНИКА-Т(ТМ) системы АСОНИКА и ПК ТРиАНА за счет встроенных интерфейсов связи, а также осуществляется экспорт данных в систему PTC Windchill Quality Solutions (WQS).

В описании приведен порядок применения системы при расчете надежности составных частей (электронных модулей 1-го уровня).

Описание содержит 23 л., 6 рис.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## СОДЕРЖАНИЕ

1	НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ	4
2	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ	6
3	ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ	7
3.1	Общие положения	7
3.2	Требования по надёжности	8
3.3	Исследование надёжности электронного таймера задержки «ИСКРА-Т»	10
3.3.1	Условия применения электронного таймера задержки	10
3.3.2	Предварительный расчёт надёжности электронного таймера задержки «ИСКРА-Т»	10
3.3.3	Оценка влияния температуры окружающей среды	12
3.3.4	Анализ результатов расчёта электронного таймера задержки	12
3.4	Уточнённый расчёт вероятности несанкционированного срабатывания электронного таймера задержки	14
3.5	Заключение	16
4	ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ	17
	Список литературы	18
	Приложение 1	20
	Приложение 2	22
	Лист регистрации изменений	23

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1.1. Назначение. Система расчета надежности электронных модулей АСОНИКА-К-СЧ предоставляет возможность проводить расчеты показателей надежности [1] составных частей (электронных модулей 1-го уровня) [2, 3]. Система создана в обеспечение ГОСТ Р В 20.39.302-98 «Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к программам обеспечения надежности» [4] и рекомендована РД В 319.01.05-94, ред. 2-2000 «Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Принципы применения математического моделирования при проектировании» [5]. Содержание базы данных системы отвечает положениям РД В 319.01.20-98 «Положение о справочнике «Надежность электрорадиоизделий» [6].

Система АСОНИКА-К-СЧ представляет собой визуальную среду обеспечения надёжности радиоэлектронной аппаратуры и предназначена для автоматизации выполнения мероприятий «Программы обеспечения надёжности при разработке» [4] и управления надёжностью изделий на ранних этапах проектирования.

Основными особенностями системы являются [7, 8]:

- доступность как специалистам в области надёжности, так и непосредственно инженерам-схемотехникам и конструкторам;
- визуализация представления схемы расчёта надёжности изделий, результатов расчётов характеристик надёжности и их анализа;

1.2. Основные возможности системы:

- расчёт полной номенклатуры показателей безотказности составных частей (электронных модулей 1-го уровня);
- расчёт показателей сохраняемости изделий, в состав которых входят ЭРИ отечественного и зарубежного производства;
- расчёт надежности изделий на основе данных, приведённых в отечественных справочниках «Надёжность ЭРИ» [9], «Надёжность зарубежных аналогов» [10],

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

специализированном справочнике ФГУП «НИИ ТП» по компонентам компьютерной техники [11], американском справочнике *MIL-HDBK-217F* (включая *Notice 1, Notice 2*) [12] и китайском справочнике *GJB 299/z* [13];

- расчёт надёжности изделий, имеющих различные виды общего резервирования (нагруженное, ненагруженное, скользящее и др.) и непрерывный контроль их работоспособности;

- создание и ведение архива проектов и использование этих проектов (частично или полностью) для вновь создаваемых или модифицируемых изделий;

- импорт данных из подсистемы АСОНИКА-Т(ТМ) (моделирование тепловых и механических процессов в печатных узлах) системы АСОНИКА [14] и ПК ТриАНА [8].

1.3. Основные характеристики. Система АСОНИКА-К-СЧ реализована под операционную систему *Windows*.

1.4. Ограничения, накладываемые на область применения программы:

- схема расчета надежности должна представлять собой «последовательное» соединение компонентов;

- резервирование должно быть общим при непрерывном и полном контроле работоспособности;

- закон распределения времени наработки до отказа ЭРИ – экспоненциальный.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## 2. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1. Требования к техническим средствам и программному обеспечению:

- Процессор - не ниже Intel Pentium-Core i3 с тактовой частотой не менее 2 GHz на ядро;
- HDD - не менее 2 Gb свободного места;
- RAM - не менее 4 Gb;
- операционная система Windows XP/7/8/8.1/10 с установленными .NET Framework 3.0 и *Borland Database Engine (BDE)*.

2.2. Общая характеристика входной и выходной информации. Входной информацией для расчетов являются требования по надежности, модель эксплуатации, режимы применения ЭРИ (электрические, тепловые и др.), уровень качества (приемка) ЭРИ и другая информация [9-13], необходимая для расчета эксплуатационных интенсивностей отказов ЭРИ в режимах применения и ожидания (хранения) и коэффициентов математических моделей интенсивностей отказов. Для резервированных изделий – вид и параметры резервирования.

Выходной информацией являются значения показателей надежности изделий в режимах применения и ожидания (хранения), интенсивностей отказов ЭРИ и значений коэффициентов их математических моделей.

2.3. Требования и условия организационного, технического и технологического характера. Система может быть полностью установлена и на персональный компьютер (ЭВМ) проектировщика при этом ему будут доступны все возможности системы.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

### 3. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

Описание задачи (постановка) и метод ее решения приведены ниже.

#### 3.1. Общие положения

Расчёт надёжности электронного таймера задержки (ЭТЗ) проведён в соответствии с ГОСТ Р 27.301-95 «Надёжность в технике. Расчёт надёжности. Основные положения» [3].

Термины и определения соответствуют ГОСТ 27.002-89 [1].

Электронный таймер задержки предназначен использования в составе неэлектрического детонатора с замедлением.

Условия эксплуатации: ЭТЗ должен выдерживать ВВФ по классу аппаратуры 1 по ГОСТ Р В 20.39.304-98, группа аппаратуры 1.1, исполнение УХЛ «Аппаратура стационарных помещений, сооружений».

Таймер является не восстанавливаемым изделием.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

При проведении расчёта надёжности были приняты следующие допущения:

- отказы ЭРИ представляют собой случайные независимые события;
- время работы до отказа ЭРИ является случайной величиной, распределённой по экспоненциальному закону с постоянным параметром  $\lambda$ ;
- время работы до отказа ЭТЗ является случайной величиной, распределённой по экспоненциальному закону с постоянным параметром  $\Lambda$ ;

Таймер относится к аппаратуре вида *I* по классификации ГОСТ В 20.39.303-98 [2], имеющей два уровня качества функционирования.

Таймер в составе неэлектрического детонатора с замедлением находится в режиме ожидания.

Расчёт показателей надёжности таймера выполнен по данным о количествах и типах ЭРИ, комплектующих его.

На основании ТУ под отказом таймера понимается событие, при котором наступает необратимый переход его в такое состояние, в котором он не может выполнить хотя бы одну из предусмотренных в ТУ функций.

Расчёт показателей надёжности таймера выполнен в предположении, что глубина контроля ( $\gamma$ ) ЭРИ таймера, при последней, перед эксплуатацией его в составе неэлектрического детонатора с замедлением, проверке в условиях технической позиции (ТП) близка к 100%.

Это значит, что при положительном результате проверки в эксплуатацию поступает полностью исправный таймер.

### 3.2. Требования по надёжности

В ТУ, в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.303-98 [2], на таймер нормируются следующие показатели надёжности:

- вероятность отказа;
- вероятность несанкционированного срабатывания.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

Критерием отказа таймера является:

- выход из строя любого из его ЭРИ;
- критерии несанкционированного срабатывания определяются на основе схемы электрической принципиальной.

Время эксплуатации таймера в режиме ожидания – 2 [г.]

### 3.3. Исследование надёжности электронного таймера задержки «ИСКРА-Т»

Исследование надёжности электронного таймера задержки проведено в рамках выполнения обязательных мероприятий ПОНр [4].

#### 3.3.1. Условия применения электронного таймера задержки

Ниже приведены сведения о температурных и временных условиях предполагаемой эксплуатации ЭТЗ в режиме ожидания.

Температурные условия.

ЭТЗ должен быть устойчив к климатическим и механическим условиям исполнения УХЛ к классу аппаратуры 1 (группа 1.1) «Аппаратура стационарных помещений, сооружений» по ГОСТ РВ 20.39.304-98.

Исходя из этого, задается:

- значения температуры окружающей среды в режиме ожидания:  
нижнее – минус 50 [°C], верхнее - плюс 50 [°C].

При расчёте надёжности ЭТЗ, для получения нижней оценки показателей безотказности, принимаем за предельную температуру окружающей среды в режиме ожидания максимальное значение температуры, равное + 50 [°C].

Временные графики работы.

В соответствии с ТУ и ГОСТ Р В 27.3.01-2005, при расчёте надёжности предполагается однократное применение таймера. Основной режим эксплуатации таймера - режим ожидания, с перерывами на проведение технического

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

обслуживания, предусмотренного в его инструкции по эксплуатации.

### 3.3.2. Предварительный расчёт надёжности электронного таймера задержки «ИСКРА-Т»

Для непосредственного выполнения расчёта ЭТЗ использовалась система АСОНИКА-К-СЧ [7, 8, 14], рекомендованная в РД В 319.01.05-94, ред. 2-2000 [5]. Система АСОНИКА-К-СЧ позволяет реализовать основные принципы ИПИ(CALS)-технологий (непрерывную информационную поддержку) при проектных исследованиях надёжности аппаратуры за счет визуального представления результатов расчётов, что облегчает анализ полученных результатов, повышая обоснованность и эффективность мероприятий, направленных на повышение надёжности.

Показателем безотказности ЭТЗ является его вероятность безотказной работы ( $P$ ) без восстановления в процессе ожидания. Безотказность ЭТЗ характеризуется совокупностью интенсивностей отказов в режиме ожидания его составных частей (классов ЭРИ). Схема расчёта надёжности (СРН) ЭТЗ, соответствующая заданному критерию отказа, представляет собой последовательное соединение 9 СЧ (см. рис. 3.1).

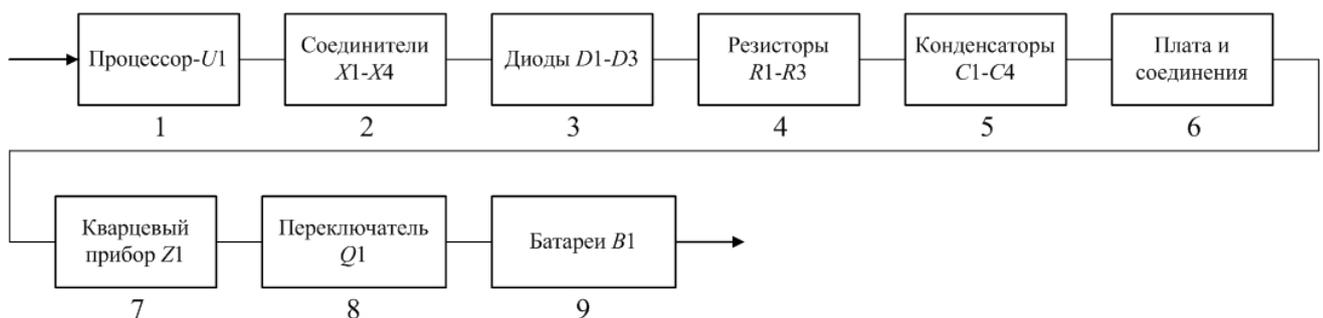


Рис. 3.1. Схема расчёта надёжности электронного таймера задержки

Результаты расчётов приведены в Приложении 1. Эксплуатационная интенсивность отказов ЭРИ для режима ожидания рассчитывалась по данным, соответствующим [9-13]. Полученная в результате расчёта средняя наработка до

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

отказа ЭТЗ составляет  $T_0 \approx 27044848,8767262$  [ч.], а вероятность безотказной работы за время 2 [г.] составляет  $P \approx 0,99935$ .

На рис. 3.2. приведены результаты расчета  $\lambda_{\Sigma}$  и ее температурной зависимости для процессора C8051F305

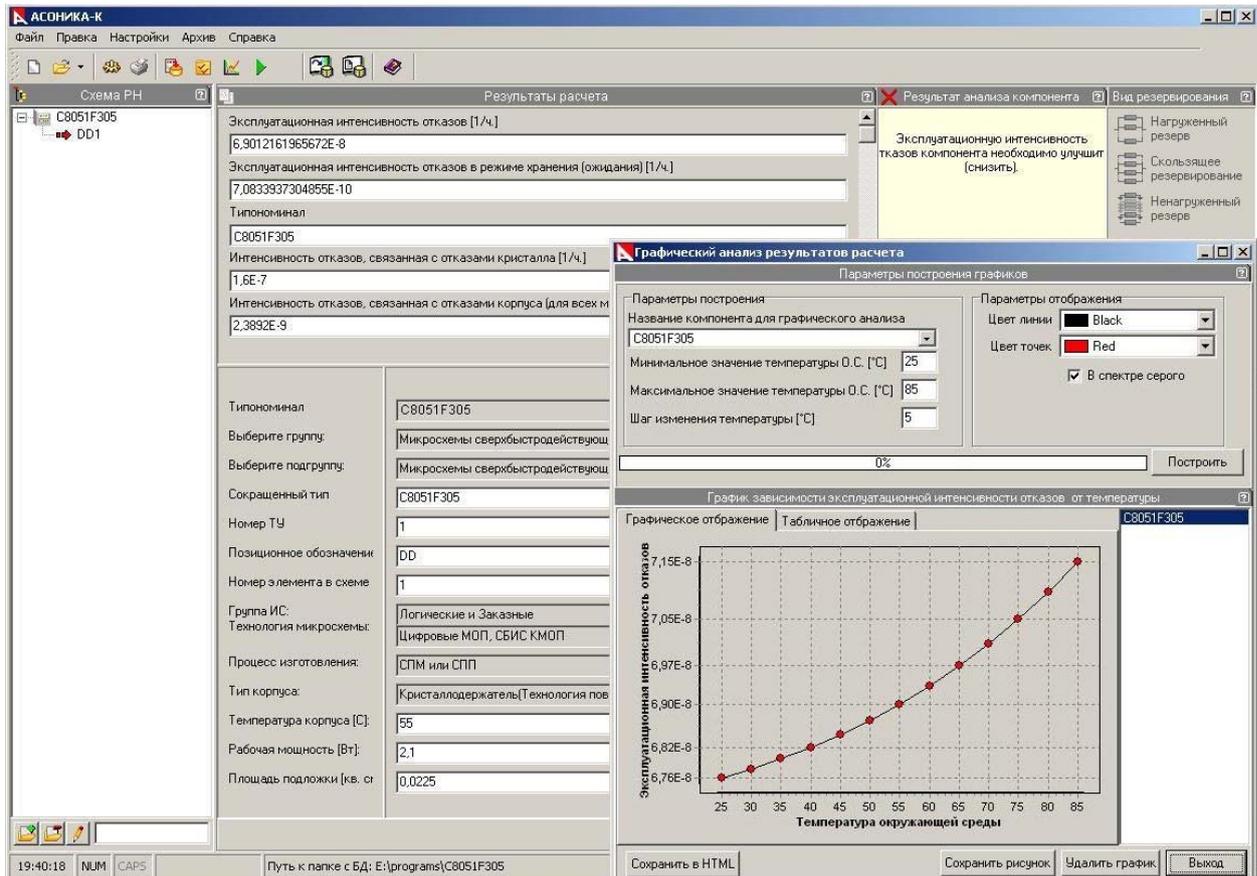


Рис. 3.2. Результаты расчета  $\lambda_{\Sigma}$  и ее температурной зависимости для процессора C8051F305

Известно, что безотказная работа ЭТЗ и его отказ (отказ на санкционированное несрабатывание и отказ на несанкционированное срабатывание) составляют полную группу событий т.е.:

$$P + Q_{с.н.} + Q_{н.с.} = 1.$$

Принимая допущение о том, что эти отказы равновероятны (т.е.  $Q_{с.н.} = Q_{н.с.} = Q$ ), получим выражение для вероятностей санкционированного несрабатывания и несанкционированного срабатывания ЭТЗ:

$$Q_{ЭТЗ}(t_{XP}) = \frac{1 - P(t_{XP})}{2} = 3,23 \cdot 10^{-4}. \quad (3.1)$$

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Однако следует иметь ввиду, что это весьма грубо-приближенная оценка  $Q$ , поэтому ее значение должно быть уточнено на основе критериев отказов, сформулированных исходя из анализа схемы электрической принципиальной (см. п. 3.4).

### 3.3.3. Оценка влияния температуры окружающей среды

Для оценки влияния температуры окружающей среды для режима ожидания (хранения) была построена температурная зависимость эксплуатационной интенсивности отказов ЭТЗ ( $A_{ЭТЗ}$ ) в диапазоне температур + 25...+ 85 [°C] (рис. 3.3).

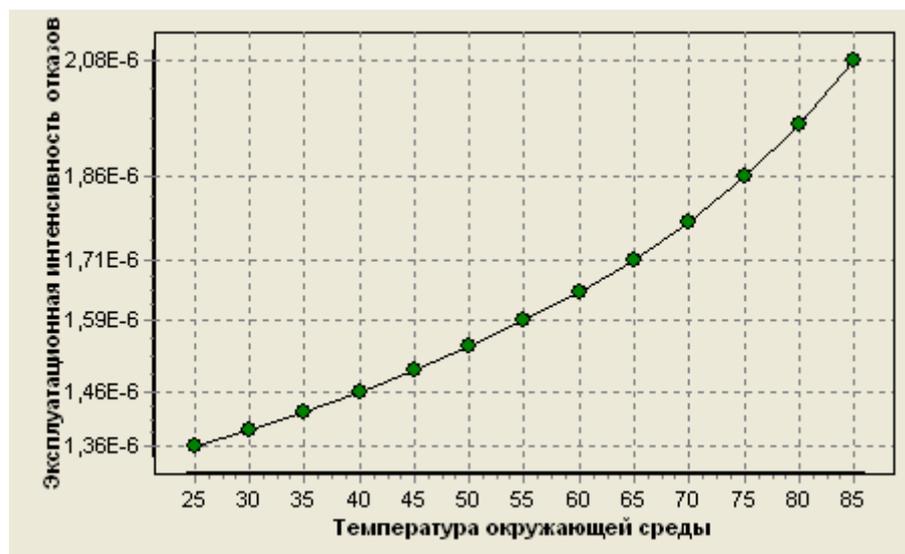


Рис. 3.3. Зависимость эксплуатационной интенсивности отказов ЭТЗ от температуры

Как видно из рис. 3.3, одновременное изменение температуры всех ЭРИ в диапазоне + 25 ... + 85 [°C] приводит к изменению интенсивности отказов ЭТЗ более чем в 1,5 раза.

### 3.3.4. Анализ результатов расчёта электронного таймера задержки

Анализ влияния характеристик надёжности конкретных ЭРИ на эксплуа-

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

тационную интенсивность отказов ЭТЗ проводился непосредственно в ходе проведения расчёта.

На рис. 3.4 показан вклад каждой СЧ (класса ЭРИ) в суммарную интенсивность отказов ЭТЗ.

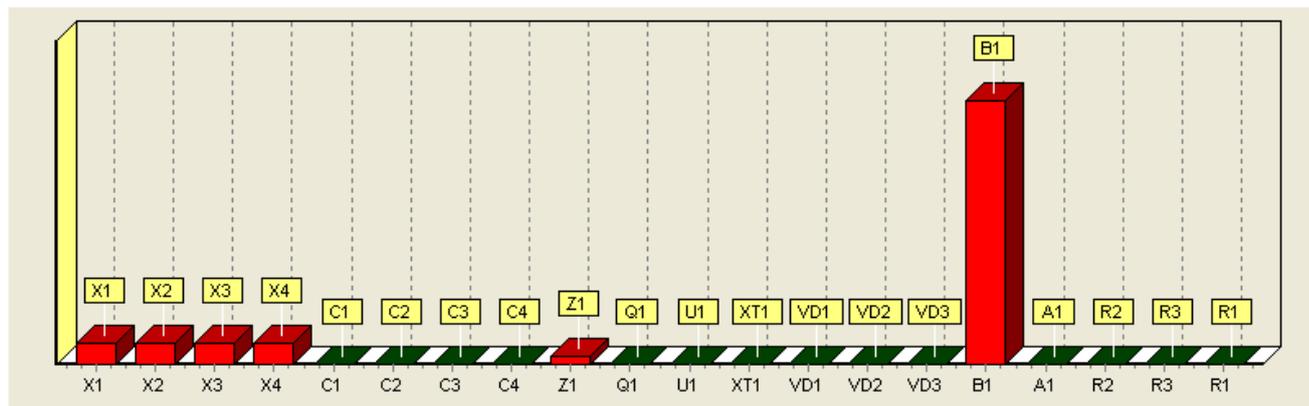


Рис. 3.4. Вклады классов ЭРИ в суммарную интенсивность отказов ЭТЗ

Как следует из рис. 3.4, наиболее ненадёжным классом ЭРИ является класс «Химические источники тока» (ХИТ), а именно  $B1.1$ ,  $B1.2$  типа 379А.

Причиной низкой надежности  $B1.1$ ,  $B1.2$  является то, что 2 [г.] – это значительное время работы в режиме ожидания для группы «Марганцево-цинковых ХИТ» по классификации [9], в течение которого они должны сохранять свою емкость.

Так же к ненадежным классам ЭРИ следует отнести класс «Соединители» (см. рис. 3.4), состоящий из разъемов для элементов питания  $X1$  и  $X2$  и печатных разъемов  $X3$  и  $X4$ .

Для повышения надёжности ЭТЗ, в первую очередь СЧ (классы «Химические источники тока», «Соединители»), можно рекомендовать следующие мероприятия, а именно:

- применить вместо элементов питания  $B1$  батареи другого типа (имеющих большую емкость);
- применить разъемы  $X1$ - $X4$  более высокого уровня качества ( $M$ ,  $MIL-SPEC$ );
- применить ЭРИ других производителей, гарантирующих меньшее значение  $\lambda_6$ .

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Полные рекомендации по повышению надежности ЭТЗ (включая вероятности отказа и несанкционированного срабатывания) приведены в п. 3.5 «Заключение».

### 3.4. Уточнённый расчёт вероятности несанкционированного срабатывания электронного таймера задержки

При проведении уточнённого расчета надежности ЭТЗ были учтены особенности его функционирования, исходя из схемы электрической принципиальной (см. рис. 3.5), а так же дополнительная информация, предоставленная разработчиками.

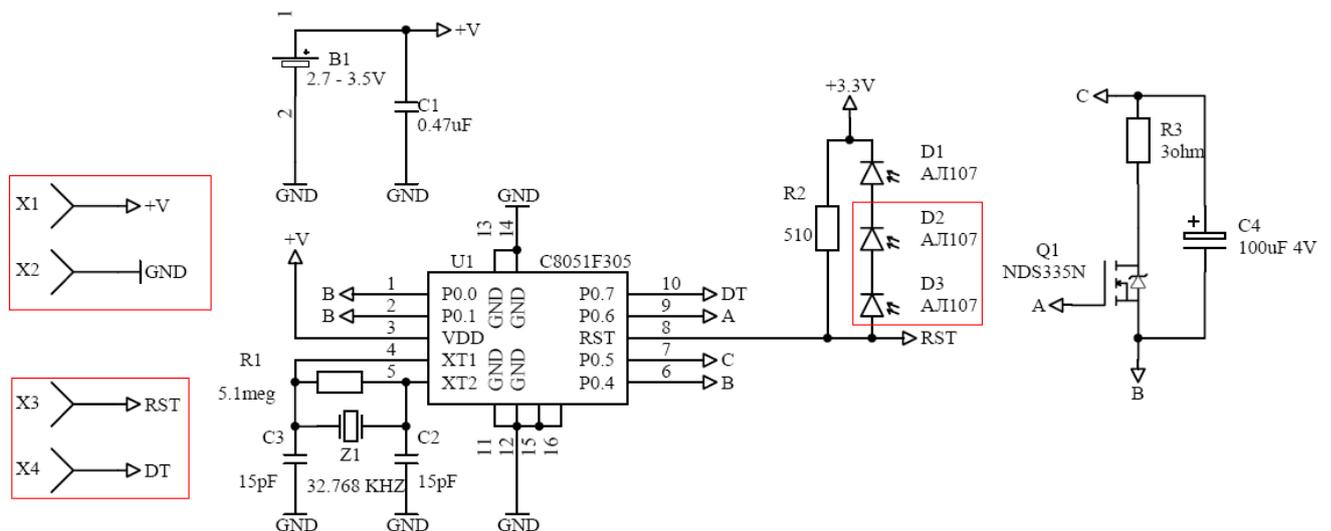


Рис. 3.5. Схема электрическая принципиальная ЭТЗ

Электронный таймер задержки используется в изделии «Средство инициирования для горной промышленности». Основным узлом таймера является процессор *U1* типа *C8051F305* (рис. 3.5). Процессор отсчитывает необходимую задержку. Входным сигналом является яркая инфракрасная вспышка. В качестве фотодатчика используются три светодиода *D1...D3* типа *АЛ107*, соединенных последовательно. Светодиоды типа *АЛ107* подходят по чувствительности, фото-ЭДС, спектру, габаритам, цене и т.д. Не боятся солнечного освещения. Фототок при прямой солнечной засветке составляет всего 3 [мкА].

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Основной режим работы таймера - режим ожидания, который может длиться до двух лет. В режиме ожидания процессор находится в *STOP*-моду. У него выключено всё, кроме портов. Выводится процессор из *STOP*-моды *RESET*ом от фотодатчика. После отсчета запрограммированного времени процессор открывает ключ *Q1*, подающий ток на воспламенитель *R3*. Таймер непрерывно запитан от двух элементов *B1.1*, *B1.2* типа 379А, 1.5 [В], 6 [мА/ч]. С помощью специальной процедуры кварцевый резонатор *Z1* разгоняется за время порядка 1 [мс].

Предполагаемые объёмы выпуска изделия - 10 млн. [шт.].

Исходя из вышеизложенного, разработчиками был сформулирован новый критерий отказа на несанкционированное срабатывание, а именно:

- отказ процессора *U1*, в результате которого на его выводах *P0.0-P0.1*, *P0.4-P0.6* устанавливается строго определенная комбинация уровней логических сигналов, при условии, что к этому моменту все остальные ЭРИ не отказали.

Тогда:

$$Q_{н.с.} = (1 - P_{U1}) \cdot P \cdot P_{\Sigma}, \quad (3.2)$$

где:  $P_{U1}$  - вероятность безотказной работы процессора,  $P$  - вероятность установления определенной комбинации сигналов при отказе процессора,  $P_{\Sigma}$  - вероятность безотказной работы остальных ЭРИ.

Значение  $P$  было предоставлено разработчиками. По данным, полученным в результате испытаний аналогичных изделий, в которых использовался процессор того же типа, вероятность установления определенной комбинации сигналов при отказе процессора в режиме ожидания составляет не более 0,01.

С учетом этих данных была рассчитана вероятность несанкционированного срабатывания процессора:

$$Q^{PP} = (1 - P(t_{xp})) \cdot \frac{1}{100} = (1 - e^{-\lambda_{PP,XP} \cdot t_{xp}}) = (1 - 0,99999989691) \cdot \frac{1}{100} = 0,0000000010309, \quad (3.3)$$

где:  $\lambda_{PP,XP}$  - интенсивность отказов процессора в режиме ожидания ( $\lambda_{PP,XP} = 1,1656310244913 \cdot 10^{-11}$  [1/ч.] - см. Приложение 1);  $t_{xp}$  - время эксплуатации (ожидания,  $t_{xp} = 17520$  [ч.] или 2 года).

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Тогда вероятность несанкционированного срабатывания ЭТЗ составляет:

$$Q_{ЭТЗ}(t_{xp}) = Q^{III} \cdot P_{ОСН}(t_{xp}) = 0,0000000010309 \cdot 0,999981691 = 1,030881 \cdot 10^{-9}. \quad (3.4)$$

Кроме того, исходя из анализа схемы электрической принципиальной ЭТЗ разработчики показали, что ряд ЭРИ (на рис. 3.5 выделены прямоугольниками) имеют второстепенный характер и не влияют на выполнение основной функции (т.е. при расчете  $\lambda_{ЭТЗ}$  их учитывать не следует). В этом случае вероятность отказа ЭТЗ составляет:

$$Q_{ОСН}(t_{xp}) = 1 - P_{ОСН}(t_{xp}) = 1 - e^{-\lambda_{ЭТЗ,XP} \cdot t_{xp}} = 1 - 0,999981791 = 0,000018209 = 1,82 \cdot 10^{-5}, \quad (3.5)$$

где:  $\lambda_{ЭТЗ,XP}$  - суммарная интенсивность отказов ЭТЗ в режиме ожидания ( $\lambda_{ЭТЗ,XP} = 1,04548194286098 \cdot 10^{-9}$  [1/ч.] - см. Приложение 2).

Рекомендации по повышению надёжности ЭТЗ в целом и отдельных ЭРИ приведены в п. 3.5. «Заключение».

### 3.5. Заключение

Проведенный расчёт надёжности электронного таймера задержки показал, что:

- вероятность отказа за время ожидания (2 года) – не выше  $1,82 \cdot 10^{-5}$ ;
- вероятность несанкционированного срабатывания за время ожидания (2 года) – не выше  $1,03 \cdot 10^{-9}$ .

Так как приведенные выше значения показателей надёжности представляют собой чисто расчетные (ожидаемые) оценки, то они нуждаются в подтверждении расчетно-экспериментальным методом по результатам испытаний. Вместе с тем, для повышения надёжности ЭТЗ, исходя из полученных результатов исследований, можно рекомендовать следующие мероприятия:

- а) Повысить надёжность ЭРИ, в первую очередь СЧ В1 (класс «Химические источники тока»), а именно:

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

- применить вместо элементов питания *B1.1-B1.2* батареи другого типа (имеющих большую емкость);
- применить разъемы *X1-X4* более высокого уровня качества (*M, MIL-SPEC*);
- применить ЭРИ других производителей, гарантирующих меньшее значение  $\lambda_6$ .

б) Повысить надёжность таймера в целом, а именно:

- повысить качество производства ЭТЗ за счет использования при его изготовлении требований комплекса стандартов «МОРОЗ-6», или за счёт проведения комплекса дополнительных мероприятий (испытаний и контроля), например, по *MIL-STD-883*, которые включают в себя:

- предварительную электротермотренировку;
- испытания при предельных электрических и экстремальных температурных режимах;
- контроль герметичности (условие *A, B* или *C*);
- рентгеновскую дефектоскопию;
- контроль внешнего вида и др.

- ввести резервирование (общее или отдельное).

Кроме того, повышению надёжности ЭТЗ будет содействовать его упрощение, облегчение временных и иных условий функционирования.

#### 4. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Общие сведения о входных и выходных данных приведены выше, в п. 2.2. Примеры входных и выходных данных приведены в п. 3. Примеры выходных файлов (файла-отчета системы) приведены в Приложении 1 и 2.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## Список литературы

1. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Термины и определения.
2. ГОСТ РВ 20.39.303-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к надёжности. Состав и порядок задания.
3. ГОСТ Р 27.301-95. Расчёт надёжности. Основные положения.
4. ГОСТ РВ 20.39.302-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к программам обеспечения надёжности и стойкости к воздействию ионизирующих и электромагнитных излучений.
5. РДВ 319.01.05-94, ред. 2-2000. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Принципы применения математического моделирования при проектировании.
6. РДВ 319.01.20-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Положение о справочнике «Надёжность электрорадиоизделий».
7. Жаднов, В. В. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры. / В. В. Жаднов, Ю. Н. Кофанов, Н. В. Малютин и др. - М.: Изд-во «Радио и связь», 2003. - 156 с.
8. Жаднов, В. В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств. / В. В. Жаднов, А. В. Сарафанов. М.: Изд-во «Солон-Пресс», 2004. – 464 с.
9. Надёжность электрорадиоизделий: Справочник. - М.: МО РФ, 2006. - 641 с.
10. Надёжность ЭРИ ИП: Справочник. - М.: МО РФ, 2006. - 52 с.
11. Справочник по компонентам компьютерной техники. - М.: ФГУП «НИИ ТП», 2006. - 200 л.
12. *MIL-HDBK-217f. Reliability prediction of electronic equipment.*
13. *GJB 299/z: Chinese standard.*

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

14. Шалумов, А. С. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах *CALS*-технологий: Том 1. / А. С. Шалумов, Ю. Н. Кофанов, Н. В. Малютин, Д. А. Способ, В. В. Жаднов и др. // Под ред. Ю. Н. Кофанова, Н. В. Малютина, А. С. Шалумова. - М.: Изд-во «Энергоатомиздат», 2007. - 538 с.
15. АСОНИКА-К: Краткое руководство. / *ASKSoft*. - М.: Моск. гос. ин-т электроники и математики, 2006. - 120 л.

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЁТ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ТАЙМЕРА ЗАДЕРЖКИ «ИСКРА-Т»

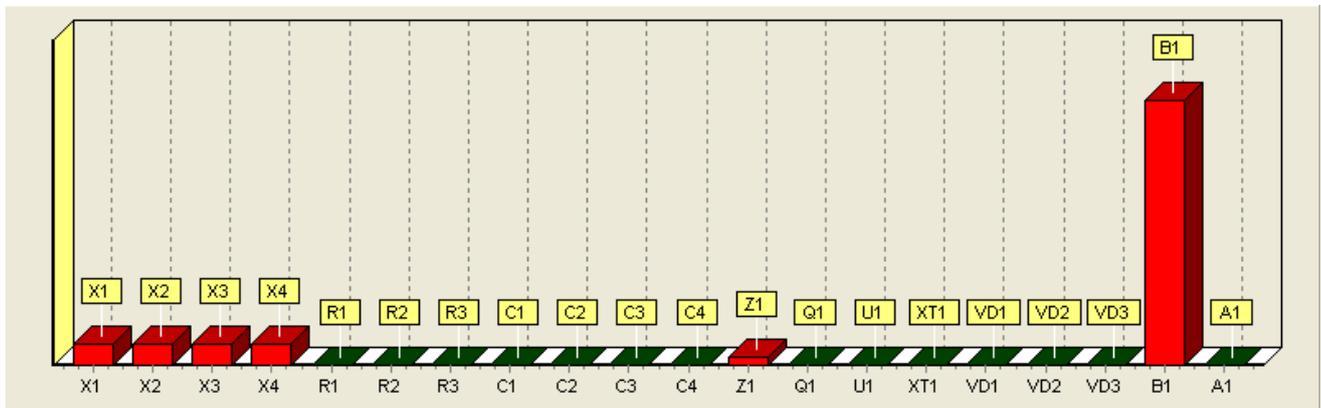
Расчет Изделия

Название Изделия : Таймер задержки

Децимальный номер : ИСКРА-Т

$\lambda_{э} : 1,36088154005133E-6$

Интенсивность отказов в режиме ожидания :  $3,69746879654813E-8$



Наименование компонента	Дец. номер / Тип изделия	Эксплуатационная интенсивность отказов	Интенсивность отказов в режиме ожидания
X1	X	$8,00e-08$	$4,00e-10$
X2	X	$8,00e-08$	$4,00e-10$
X3	X	$8,00e-08$	$4,00e-10$
X4	X	$8,00e-08$	$4,00e-10$
R1	R	$2,66e-09$	$2,66e-11$
R2	R	$2,66e-09$	$2,66e-11$
R3	R	$2,66e-09$	$2,66e-11$
C1	C	$1,28e-12$	$1,28e-14$
C2	C	$9,37e-13$	$9,37e-15$
C3	C	$9,37e-13$	$9,37e-15$
C4	C	$2,49e-11$	$2,49e-13$
Z1	Z	$2,90e-08$	$2,90e-10$
Q1	Q	$1,72e-10$	$1,72e-12$

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

RU.17701729.22001-04 31

U1	U	5,83e-10	1,17e-11
XT1	Пайка ЭРИ волной	1,38e-10	1,38e-12
VD1	ЗЛ107А	9,89e-10	1,20e-09
VD2	ЗЛ107А	9,89e-10	1,20e-09
VD3	ЗЛ107А	9,89e-10	1,20e-09
B1	B1	1,00e-06	3,14e-08
A1	Печатный монтаж	1,70e-11	1,70e-13

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## УТОЧНЕННЫЙ РАСЧЁТ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ТАЙМЕРА ЗАДЕРЖКИ «ИСКРА-Т»

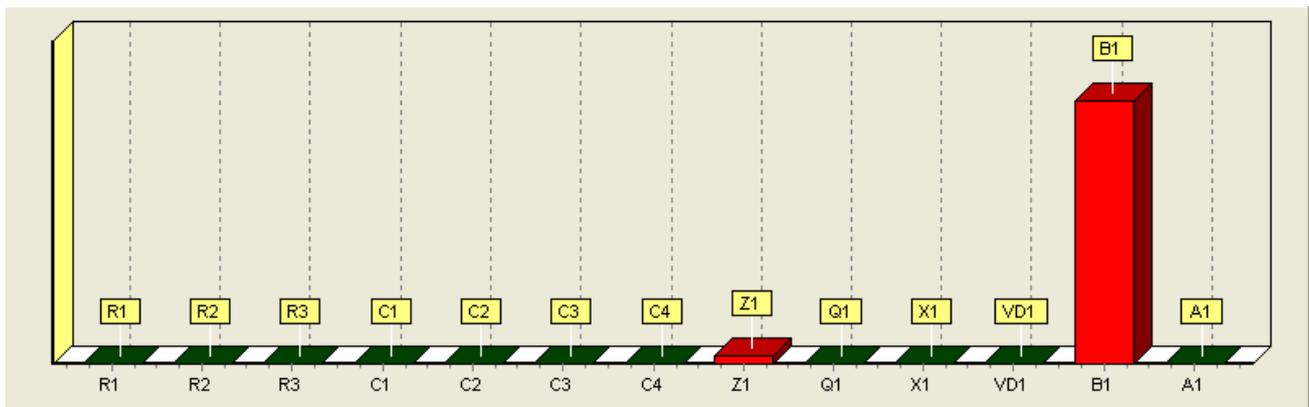
Расчет Изделия

Название Изделия: Таймер задержки

Децимальный номер : ИСКРА-Т

$\lambda_z$  : 1,02985291507052E-6

Интенсивность отказов в режиме ожидания : 1,04548194286098E-9



Наименование компонента	Дец. номер / Тип изделия	Эксплуатационная интенсивность отказов	Интенсивность отказов в режиме ожидания
R1	R	8,80e-11	8,80e-13
R2	R	8,80e-11	8,80e-13
R3	R	8,80e-11	8,80e-13
C1	C	1,28e-12	1,28e-14
C2	C	9,37e-13	9,37e-15
C3	C	9,37e-13	9,37e-15
C4	C	2,49e-11	2,49e-13
Z1	Z	2,90e-08	2,90e-10
Q1	Q	1,79e-10	1,79e-12
X1	Пайка ЭРИ волной	1,38e-10	1,38e-12
VD1	ЗЛ107А	2,21e-10	7,20e-10
B1	B1	1,00e-06	2,92e-11
A1	Печатный монтаж	1,70e-11	1,70e-13

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

