

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

### 7.5 Расчет надёжности устройства

Согласно [75] расчет надежности — это процедура определения значений показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности элементов объекта, по данным о надежности объектов-аналогов, данным о свойствах материалов и другой информации, имеющейся к моменту расчета.

Рассчитаем надёжность проектируемого устройства управления. Исходными данными для расчета надёжности устройства являются зна-

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

XXX-XXX-XXXX

чения интенсивностей отказов элементов конструкции, которые приведены в таблице 7.5.1.

Расчет надежности устройства состоит из следующих этапов:

1) Определяем значение суммарной интенсивности  $\lambda_{\Sigma}$  отказов по формуле:

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_i N_i, \text{ час}^{-1} \quad (7.5.1)$$

где  $n$  – число наименований радиоэлементов и элементов конструкции устройства;

$\lambda_i$  – величина интенсивности отказа  $i$ -го радиоэлемента, элемента конструкции с учетом заданных для него условий эксплуатации: коэффициента электрической нагрузки, температуры, влажности, технических нагрузок и т.п.;

$N_i$  – количество радиоэлементов или элементов конструкции  $i$ -го наименования.

2) Определяем значение величины наработки на отказ  $T$  по формуле:

$$T = 1/\lambda_{\Sigma}, \text{ час} \quad (7.5.2)$$

3) Определяем значение вероятности безотказной работы  $P(t)$  по формуле:

$$P(t) = e^{-\lambda_{\Sigma} t}, \quad (7.5.3)$$

где  $t$  – заданное значение вероятности безотказной работы устройства в часах.

4) Полученные результаты сравниваются с заданными [76, 77].

Расчетная величина интенсивности отказов  $\lambda_i$   $i$ -го элемента, приведенная в таблице 7.5.1, определяется по формуле:

$$\lambda_i = \lambda_{1,2i} \cdot \lambda_{3,4i}, \text{ час}^{-1} \quad (7.5.4)$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

XXX-XXX-XXXX

Таблица 7.5.1 – Значения интенсивностей отказов и элементов конструкции

Наименование, тип элемента	$\lambda_{oi} \cdot 10^{-6}$ , час <sup>-1</sup>	$K_{ni}$	$\alpha_{1,2i}$	$\alpha_{3,4i}$	$\lambda_i \cdot 10^{-7}$ час.	$N_i$
1	2	3	4	5	6	7
Конденсаторы						
EPCOS B37872 (Чип 1206)	0,05	0,6	0,05	2	0,330	11
EPCOS B41505	0,05	0,8	0,05	2	0,080	2
EPCOS B41305	0,045	0,625	0,55	2	1,547	5
Микросхемы						
AT Mega8A	0,08	0,687	1,25	2	1,374	1
MAX232I	0,03	0,1	0,01	2	0,001	1
78L05	0,1	0,04	0,2	1	0,008	1
Резисторы						
EPCOS RC1206 (Чип 1206)	0,01	0,03	0,4	2	0,070	29
Дроссели						
SL1016-103K 10000/0.18A	0,05	0,026	0,4	2	0,021	2
Трансформатор						
ТПК-2-9В	0,03	0,6	0,3	2	0,108	1
Диоды						
КС147А	0,09	0,5	0,3	2	0,270	1
FR157	0,04	0,5	0,3	2	0,120	1
IN4004	0,02	0,1	0,3	2	0,012	1
IN4007	0,02	0,5	0,3	2	0,060	1
КД510А	0,07	0,35	0,8	2	0,392	1
Транзисторы						
КТ817Г	0,1	0,04	0,2	2	0,016	1
КТ3102БМ	0,12	0,04	0,2	2	0,019	1
Кварцевый резонатор						
Q-11,05920-MG3A-20-50/50 -Jauch	0,05	0,02	0,4	2	0,008	1
Оптопары						
МОС3052М	0,12	0,8	0,2	2	5,760	15

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

XXX-XXX-XXXX

Продолжение таблицы 7.5.1

1	2	3	4	5	6	7
Прочие изделия						
Соединения пайкой	0,04	0,001	3	2	0,926	386
Разъёмы и соединители	0,07	0,001	0,4	2	0,001	2
Плата печатная	0,02	–	–	–	0,2	2

Итого:  $\lambda_{\Sigma} = 1,152 \cdot 10^{-6} \text{ час}^{-1}$

Примечания:

$\lambda_{oi}$  – априорная номинальная интенсивность отказов при температуре окружающей среды 20°C и коэффициенте нагрузке  $K_{ni} = 1$ ;

$\lambda_{1,2i}$  – коэффициент, зависящий от температуры и коэффициента нагрузки  $K_{ni} = 1$  (данное значение определяется по графикам [76]);

$\lambda_{3,4i}$  – коэффициент, учитывающий климатические и механические нагрузки;

$\lambda_i$  – расчетная величина интенсивности отказов  $i$ -му радиоэлементу, элементу конструкции, час<sup>-1</sup>;

$N_i$  – число элементов  $i$ -ой группы.

Расчет выполняется для периода нормальной эксплуатации при следующих основных допущениях [78]:

- отказы элементов случайны и независимы.
- учитываются только внезапные отказы.
- имеет место экспоненциальный закон надежности устройства..

Наработка на отказ центрального модуля системы управления  $T$  согласно (7.5.2) составляет:

$$T = \frac{1}{1,152 \cdot 10^{-6}} = 867860 \text{ (час.)}$$

Определим значение вероятности безотказной работы  $P(t)$  по формуле (7.5.3):

$$P(t) = e^{-\lambda_{\Sigma} t} = e^{-1,152 \cdot 10^{-6} \cdot 10000} = 0,988$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

XXX-XXX-XXXX

Рассчитанное время наработки изделия на отказ составило 867 860 часов, что превышает заданную продолжительность и гарантирует надежную работу разрабатываемого устройства [79].

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	XXX-XXX-XXXX					Лист
										78