

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Справочная информация для расчета показателей надежности

Таблица П.2.1

Максимальные значения интенсивностей отказов элементов РЭУ при
достоверности $P=0,6$ (составлено для учебных целей)

Наименование элемента (группа, вид, тип)	Интенсивность отказов $\times 10^{-6}$ 1/ч
Полупроводниковые (ПП) цифровые интегральные схемы (ИС) 1-й степени интеграции	0,40
ПП цифровые ИС 2-й степени интеграции	0,45
ПП цифровые ИС 3-й степени интеграции	0,50
ПП цифровые ИС 4-й степени интеграции	0,60
ПП аналоговые ИС 1-й степени интеграции	0,45
ПП аналоговые ИС 2-й степени интеграции	0,55
ПП аналоговые ИС 3-й степени интеграции	0,65
Транзисторы полевые малой мощности	0,30
Транзисторы полевые средней мощности	0,35
Транзисторы полевые большой мощности	0,45
Транзисторы кремниевые малой мощности	0,40
Транзисторы кремниевые средней мощности	0,45
Транзисторы кремниевые большой мощности	0,50
Транзисторы германиевые малой мощности	0,45
Транзисторы германиевые средней мощности	0,55
Транзисторы германиевые большой мощности	0,65
Транзисторы маломощные в ключевом режиме	0,40
Транзисторы большой и средней мощности в ключевом режиме	0,60
Диоды высокочастотные кремниевые	0,20
Диоды высокочастотные германиевые	0,30
Диоды импульсные в ключевом режиме	0,15
Диоды выпрямительные маломощные, $I_{\text{ср.выпр}} < 300 \text{ мА}$	0,20
Диоды выпрямительные средней мощности, $I_{\text{ср.выпр}} = 0 \dots 10 \text{ А}$	0,50
Диоды-столбы высоковольтные выпрямительные	0,80
Блоки (мосты) выпрямительные кремниевые $I_{\text{ср.выпр}} < 400 \text{ мА}$	0,40
Блоки (мосты) выпрямительные германиевые $I_{\text{ср.выпр}} > 400 \text{ мА}$	1,10
Стабилитроны маломощные, $P_{\text{max}} < 1 \text{ Вт}$	0,9
Стабилитроны средней мощности $P_{\text{max}} < 5 \text{ Вт}$	1,25
Варикапы	0,20
Светодиоды	0,70
Диоды туннельные и обращенные	0,27
Диоды инфракрасного излучения	0,80
Фотодиоды	0,70
Диоды сверхвысокочастотные	6,00
Оптроны	0,75
Тиристоры маломощные, $I_{\text{ср}} < 2 \text{ А}$	2,20
Тиристоры маломощные, $I_{\text{ср}} = 2 \dots 10 \text{ А}$	4,40
Резисторы постоянные непроволочные, $P_{\text{ном}} < 0,5 \text{ Вт}$, ток постоянный	0,05
Резисторы постоянные непроволочные, $P_{\text{ном}} < 0,5 \text{ Вт}$, ток переменный	0,10
Резисторы постоянные непроволочные, $P_{\text{ном}} = 1 \dots 2 \text{ Вт}$, ток постоянный	0,08
Резисторы постоянные непроволочные, $P_{\text{ном}} = 1 \dots 2 \text{ Вт}$, ток переменный	0,15
Резисторы постоянные проволочные, $P_{\text{ном}} < 10 \text{ Вт}$	0,40
Резисторы постоянные проволочные, $P_{\text{ном}} < 50 \text{ Вт}$	0,80

Наименование элемента (группа, вид, тип)	Интенсивность отказов $\times 10^{-6}$
Резисторы переменные непроволочные	0,50
Резисторы переменные непроволочные, с выключателем	1,30
Резисторы переменные проволочные	1,20
Резисторы переменные проволочные ползункового типа	1,10
Терморезисторы	0,20
Варисторы	0,40
Фоторезисторы	0,50
Конденсаторы слюдяные	0,03
Конденсаторы танталовые	0,02
Конденсаторы керамические	0,05
Конденсаторы бумажные	0,07
Конденсаторы металлобумажные	0,06
Конденсаторы пластиковые	0,07
Конденсаторы нейлоновые	0,01
Конденсаторы электролитические алюминиевые	0,55
Конденсаторы электролитические танталовые	0,25
Индикаторы стрелочные	4,00
Индикаторы цифровые на жидких кристаллах	3,25
Индикаторы цифровые наполненные (серии ИН)	3,50
Индикаторы цифровые вакуумные накаливаемые (серии ИВ)	0,80
Индикаторы цифровые вакуумные люминесцентные (серии ИВ)	2,00
Индикаторы цифробуквенные на основе светодиодов одноразрядные	1,00
Индикаторы цифробуквенные на основе светодиодов многоразрядные	3,00
Индикаторы люминесцентные сигнальные	3,30
Лампочки сигнальные, накаливания	8,00
Лампочки сигнальные, неоновые	10,00
Кинескопы черно-белого изображения	7,50
Кинескопы цветного изображения	9,50
Трубки осциллографические (ЭЛТ)	10,00
Катушки индуктивности, $d_{\text{пров}} < 0,1$ мм	0,30
Катушки индуктивности, $d_{\text{пров}} > 0,1$ мм	0,20
Дроссели, $d_{\text{пров}} < 0,1$ мм	0,30
Дроссели, $d_{\text{пров}} > 0,1$ мм	0,20
Обмотки сетевых трансформаторов, $d_{\text{пров}} < 0,1$ мм	0,75
Обмотки сетевых трансформаторов, $d_{\text{пров}} > 0,1$ мм	0,50
Трансформаторы входные	0,90
Трансформаторы выходные	0,90
Трансформаторы импульсные	0,13
Трансформаторы высоковольтные	2,50
Реле электромагнитные общего применения	2,50 **
Реле электромагнитные миниатюрные	0,60 **
Герконы	0,30 *
Соединители (разъемы) штепсельные	0,20 ***
Гнезда, клеммы	0,70 *
Вилки двухполюсные	0,50
Зажимы	0,01 *
Тумблеры, кнопки	0,40 *
Переключатели	0,40 **
Переключатели малогабаритные	0,30 **
Переключатели малогабаритные модульные (П2К) с независимой фиксацией	0,30 *

Наименование элемента (группа, вид, тип)	Интенсивность отказов $\times 10^{-6}$ 1/ч
Переключатели малогабаритные модульные (П2К) с зависимой фиксацией	0,37 *
Микропереключатели типа МП	0,30 *
Штекеры (гнезда) телевизионные	2,12
Лепесток контактный	0,20
Плата(колодка) контактная межблочного монтажа	0,40 *
Провод монтажный	0,30 ****
Кабели (шнуры)	0,60 ****
Кабели (шнуры) питания	2,00 ****
Держатели предохранителей	0,20
Предохранители	5,00
Изоляторы	0,50
Шайбы, прокладки изолирующие	0,75
Соединения пайкой, ток постоянный	0,04
Соединения пайкой, ток пульсирующий	0,40
Соединения накруткой	0,02
Платы печатного монтажа	0,20
Линии задержки	0,75
Фильтры пьезокерамические	0,25
Резонаторы кварцевые	0,37
Магнитопроводы ленточные	0,10
Ферритовые элементы	0,01
Головки магнитные малогабаритные	7,50
Электродвигатели асинхронные, сельсины	12,30
Электродвигатели синхронные	0,51
Электродвигатели постоянного тока	13,40
Батареи однозарядные	43,00
Батареи заряжаемые	2,00
Аккумуляторы	10,30
Датчики электромеханические пассивные	15,00
Конструкции несущие легкоъемных субблоков	0,10
Конструкции несущие РЭУ	3,00
Пружины	2,20
Соединений механической пайкой	0,06
Соединения винтами 3...5 мм	0,001

Примечания:

1. Значения интенсивностей отказов соответствуют нормальным климатическим условиям и наработке, указанной в технической документации.

2. Для герконов и реле размерность интенсивности отказов — 1/ срабатывание (цикл).

3. Значения, помеченные символами *, приведены соответственно:

* -- на один контакт при номинальном электрическом режиме и числе коммутационных циклов, указанных в ТУ;

** - на одну контактную группу при номинальном электрическом режиме;

*** -- на один штырек при номинальном электрическом режиме и числе сочленений (расчленений), указанных в ТУ;

**** -- на каждый метр длины при номинальной плотности тока в проводе (неполный метр длины должен считаться как один метр).

Таблица П.2.2

Значения поправочных коэффициентов α_3 , учитывающих влияние механических воздействий [1]

Условия эксплуатации	Значение α_3
Лабораторные	1,00
Стационарные	1,07
Полевые	1,07
Корабельные	1,37
Автомобильные	1,46
Железнодорожные	1,57
Самолетные	1,65

Таблица П.2.3

Значения поправочных коэффициентов α_4 , учитывающих влияние относительной влажности [1]

Относительная влажность	Значение α_4
60...70% при $t = 20...40^\circ\text{C}$	1,0
90...98% при $t = 20...25^\circ\text{C}$	2,0
90...98% при $t = 30...40^\circ\text{C}$	2,5

Таблица П.2.4

Значения поправочных коэффициентов α_5 , учитывающих атмосферное давление (высоту над уровнем моря)[1]

Высота, км	Значение α_5	Высота, км	Значение α_5	Высота, км	Значение α_5
0...1	1,00	3...5	1,14	8...10	1,25
1...2	1,05	5...6	1,16	10...15	1,30
2...3	1,10	6...8	1,20		

Таблица П.2.5

Средние значения случайного времени восстановления τ_i элементов и функциональных частей РЭУ (для учебных целей)

Элемент, функциональная часть РЭУ	τ_i , ч
Цифровые интегральные микросхемы малой и средней степени интеграции	1,5
Цифровые интегральные микросхемы большой и сверхбольшой степени интеграции	0,5
Аналоговые интегральные микросхемы малой и средней степени интеграции	1,2
Транзисторы большой мощности	0,7
Транзисторы средней и малой мощности	0,8
Резисторы постоянные	0,5
Резисторы переменные	1,2
Конденсаторы неполярные	1,1
Конденсаторы электролитические	0,55
Диоды (кроме выпрямительных)	0,6
Диоды выпрямительные	0,4
Блоки (мосты) выпрямительные	0,3
Стабилитроны	0,5
Переключатели	0,7
Соединители (разъемы)	2,0
Катушки индуктивности	1,3
Трансформаторы	2,2
Дроссели	1,4
Предохранители	0,1
Платы печатного монтажа	3,0
Монтажные провода	0,5
ТЭЗы устройств цифровой обработки информации	0,5
Индикаторные устройства	1,5
Сигнальные и индикаторные лампочки	0,2
Реле	2,6
Тумблеры, кнопки	0,6
Зажимы, гнезда, клеммы	0,8
Шнуры питания	0,3
Пайки	0,5

