

Общество с ограниченной ответственностью
«СТРИМ ЦЕНТР»

К.А.ЯРОВЕНКО, А.В.МАТВЕЕВ, В.Л.НИКОЛАЕНКО,
А.Г.САВЕНКО, Г.В.СЕЧКО

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ «ЛАБОРАТОРНАЯ
РАБОТА ПО ПРОЕКТНОЙ ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ»

Библиотека БГУИР

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Краткие сведения из теории.....	4
2 Практическая часть (порядок выполнения лабораторной работы)	6
3 Содержание отчёта	12
4 Задания для самоподготовки и самопроверки	12
Список использованных источников	13
Приложение А (обязательное) Интегральные микросхемы [5]	14
Приложение Б (обязательное) Диоды [5]	15
Приложение В (обязательное) Транзисторы [5]	18
Приложение Г(обязательное) Конденсаторы [5]	21
Приложение Д (обязательное) Резисторы [5]	25
Приложение Е (обязательное) Низкочастотные (НЧ) соединители [5]	28
Приложение Ж (обязательное) Прочие изделия [5]	32
Приложение З (обязательное) Образец составления перечня элементов	34

ВВЕДЕНИЕ

ООО «Стрим центр» – белорусская высокотехнологичная, надежная, динамично развивающаяся компания с большим опытом работы, одним из основных видов деятельности которого является оказание услуг по построению (проектированию и монтажу) локальных вычислительных сетей (ЛВС) любого масштаба, от небольшой офисной сети до распределенных корпоративных сетей [1–3]. Вместе с построением ЛВС предприятие представляет целый ряд сопутствующих услуг – от внедрения IT-решений или IT-аутсорсинга (обслуживания организации) до ремонта и продажи компьютерной техники, хостинга и веб-разработки.

Для повышения научно-технического уровня разработок ООО «Стрим Центр» в области информатики, локальных вычислительных сетей и защиты информации с целью повышения рентабельности и конкурентоспособности разработок в компании создан Научно-технический совет (НТС), в состав которого включены руководящие специалисты ООО «Стрим Центр», а также ведущие ученые (в том числе 3 доктора технических наук) и специалисты из научных учреждений и учреждений образования, а также предприятий Беларуси.

Руководство ООО «Стрим Центр» с помощью НТС уделяет большое внимание распространению знаний в области информатики, радиоэлектроники и защиты информации и обучению специалистов в этих областях. Данная рукопись представляет собой учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы по курсу «Контроль и диагностика средств вычислительной техники» для студентов специальности «Вычислительные машины, системы и сети». Схемы устройств, проектная оценка надёжности которых производится студентами в ходе выполнения лабораторной работы, заимствованы из интернета.

1 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Последовательное соединение элементов схемы в надёжном смысле означает, что отказ любого из элементов схемы приводит к отказу схемы в целом. При интенсивности отказов λ_i i -го элемента схемы, работающего с коэффициентом эксплуатации $K_{эi}$ (коэффициент эксплуатации – это коэффициент, зависящий от параметров эксплуатации элемента, например, нагрузки по току или напряжению на нём, и температуры эксплуатации), суммарная интенсивность отказов схемы $\lambda_{сумм}$ равна:

$$\lambda_{сумм} = \sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot K_{эi},$$

где N – число элементов схемы.

Таблицы зависимости названных коэффициентов $K_{эi}$ от параметров эксплуатации, а также значения λ_i для различных элементов приведены в [5]. При расчёте следует учесть и надёжность паяных соединений (паек), а также обжимных соединений, которые для аппаратуры, прошедшей термоциклирование при изготовлении, можно принять [4, с. 59] равными для паяк $\lambda_i = 10^{-8}$ 1/час, а для обжимных соединений $\lambda_i = 2 \cdot 10^{-8}$ 1/час.

Пример расчёта (проектной оценки) надёжности устройства. Исходные данные для расчёта надёжности вычислительного устройства, полученные на основе анализа конструкторской документации, имеют вид, показанный в табл. 1.1. Перед заполнением табл. 1.1 целесообразно использовать перечень элементов схемы электрической принципиальной (приложение 3) – сведения из этого перечня перенести в табл. 1.1, которую затем на основе анализа соединений в элементах устройства дополнить количеством паяк и обжимных соединений. Проектную оценку надёжности устройства с составом элементов в соответствии с табл. 1.1 необходимо вести в п. 2.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные для расчёта надёжности вычислительного устройства

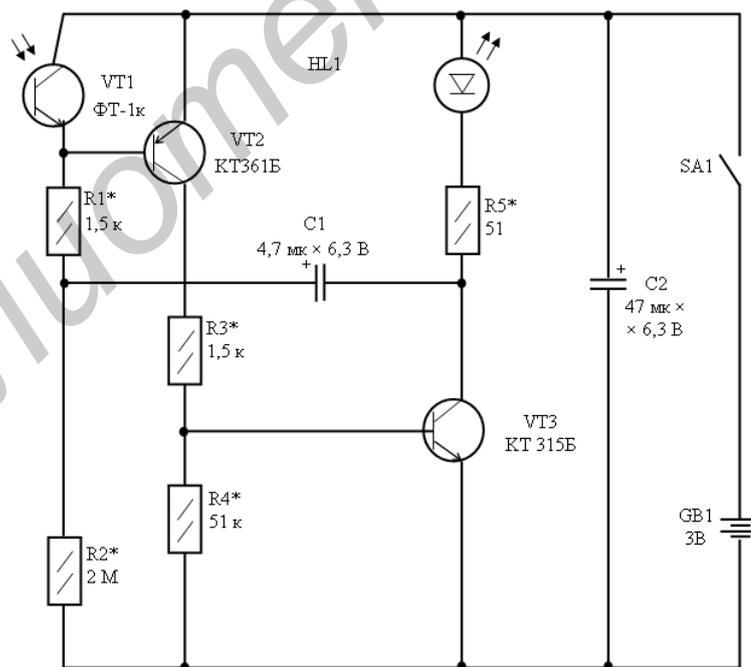
Наименование элемента	Количество в КТС	$K_{эi}$	Примечание
1. ИС 16-выводная микропроцессорная серии К535	42	1	
2. Стабилитрон КС 113А кремниевый	4	Т=35 градусов С Ток/ток макс=0,7	
3. Конденсатор алюминиевый электролитический К50-25	8	Т=40 градусов С Напряжение/ напряжение макс=0,9	
4. Трансформатор силовой ТС-40	1	1	
5. Переключатель кнопочный ПК-11	2	1	
6. Разъём РППМ22 22-выводной	1	1	
7. Резистор МЛТ 200 кОм	8	Т=50 градусов С Мощность/мощность ном=0,2	
8. Резистор МЛТ 2 кОм	4	Т=50 градусов С Мощность/мощность ном=0,2	
7. Число паек	Рассчитать самостоятельно		
9. Число обжимных соединений	Рассчитать самостоятельно		

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ (ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ)

2.1 Согласно выданному Вам варианту рассчитайте проектный показатель безотказности (наработка на отказ) устройства (устройств), схемы электрические принципиальные которых и краткие их описания приведены ниже.

2.1.1 Схемы 1 и 2. Светодиодный маячок. Фазиинвертор для мостового усилителя.

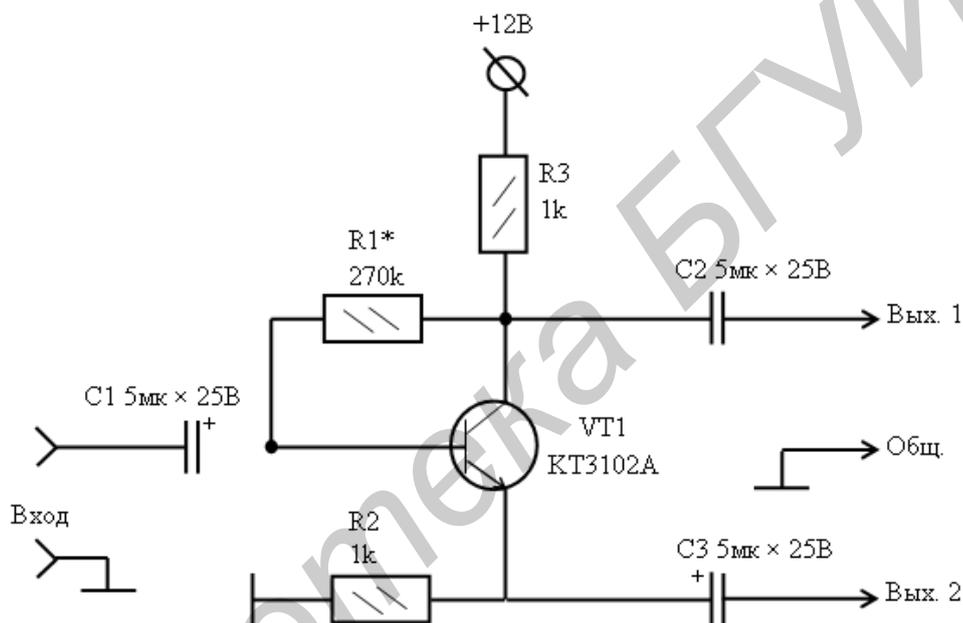
Часть 1 **Светодиодный маячок.** Найти в темное время суток различные предметы и объекты, в том числе подвижные (например, домашних животных), станет легче, если на них закрепить экономичный маячок. Схема маячка показана на рисунке.



По сути, это несимметричный мультивибратор на транзисторах разной структуры VT2, VT3, который вырабатывает короткие импульсы с интервалом

в несколько секунд. Источником света служит излучающий диод HL1 типа КЛ101А, датчиком освещенности – фототранзистор VT1.

Часть 2. **Фазоинвертор для мостового усилителя.** Для получения большей мощности в УМЗЧ часто используется мостовой режим. Если имеется стереоусилитель, то можно увеличить его выходную мощность почти в два раза с помощью схемы, приведенной на рисунке.

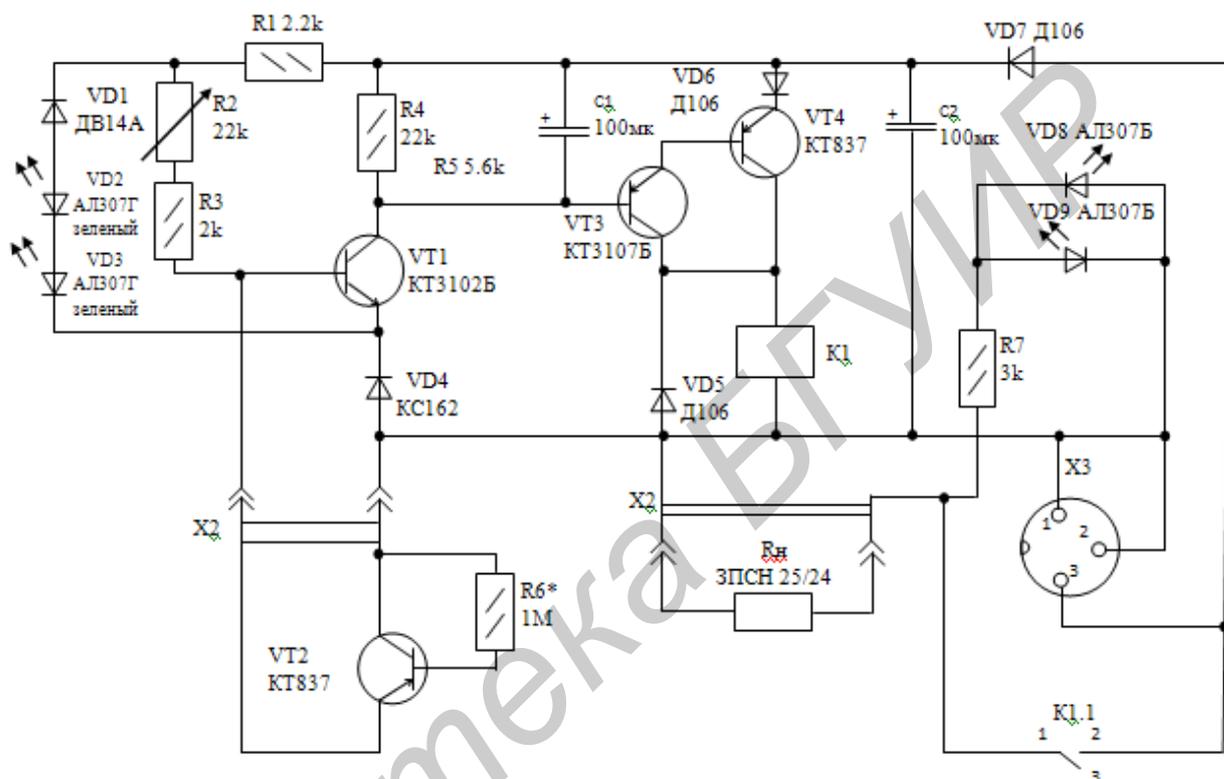


2.1.2 Схема 3 Терморегулятор для низковольтного паяльника.

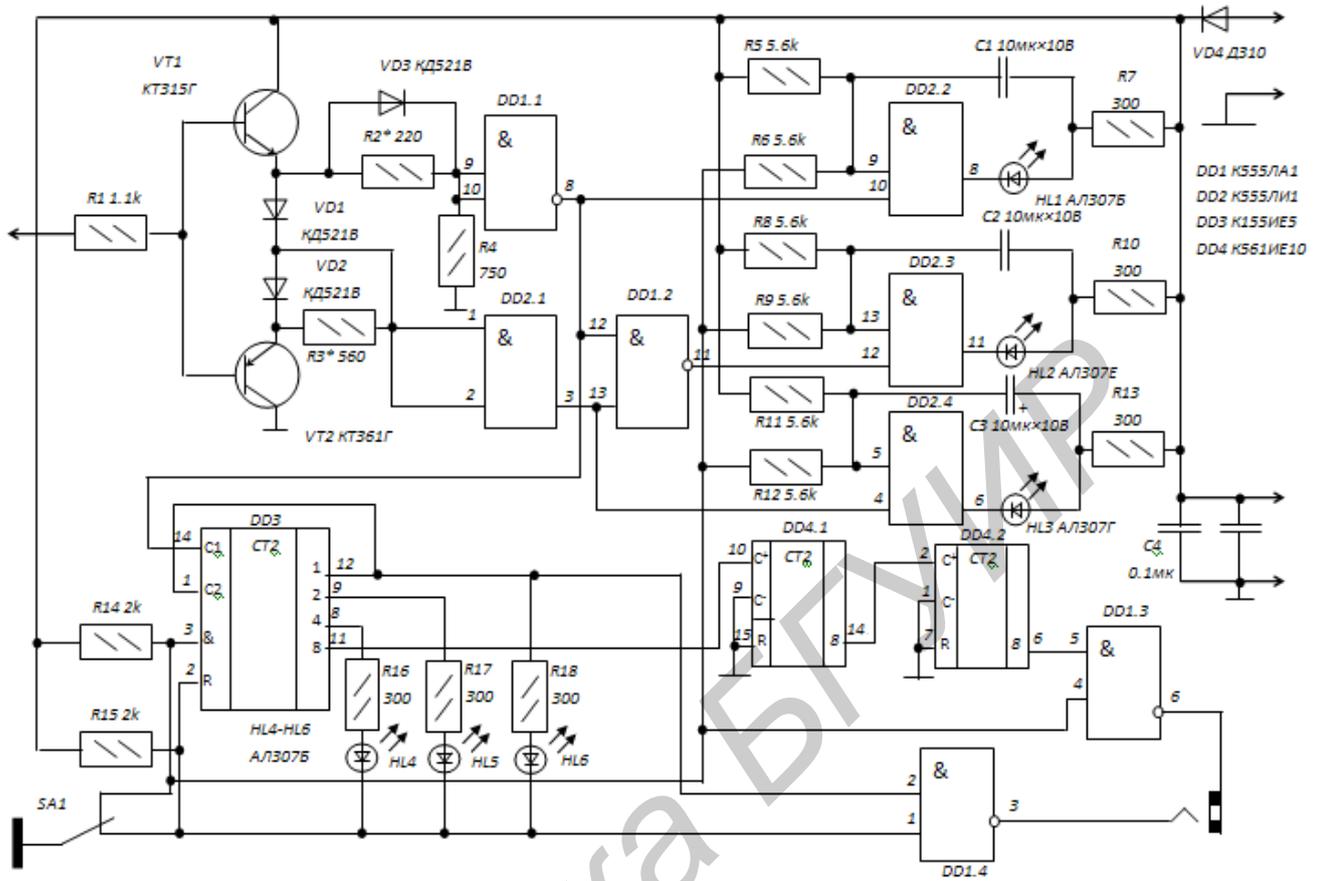
Многие современные радиоэлементы боятся статического электричества и перегрева. Поэтому в требованиях к монтажу указывается, что пайка должна осуществляться низковольтным паяльником с жестко фиксированной температурой жала. Выставив необходимую температуру жала, ее требуется поддерживать постоянной во время работы. Для этого используются терморегуляторы. Схема терморегулятора показана на рисунке.

В начальный момент (при холодном термодатчике) сопротивление VT2 велико, транзистор VT1 «хорошо» открыт, падения напряжения на R4 достаточно для срабатывания ключа, поэтому он открыт, и реле K1 (тип

MD0544ZD3) включено. Контакты реле K1.1 подключают паяльник (RH) к разьему питания X3. Одновременно загораются светодиоды VD8, VD9, сигнализирующие о режиме нагрева.



2.1.3 Схема 4 Вместо выключателя – гвоздик. Если применить это устройство в помещении, где свет нужен на непродолжительное время, можно не только экономить электроэнергию, но и реже менять электролампочку. При включении устройства (рисунок) конденсатор C1 плавно открывает транзистор VT4 и тиристор VS1, что в свою очередь приводит к «мягкой» подаче напряжения на лампу HL1.



Пробник также позволяет «на слух» судить о частоте исследуемого сигнала. Для этого на нем установлено гнездо XS1 для подключения телефона к выходу делителя частоты на 2 (для звуковых частот) или к выходу делителя частоты на 4096 (для высоких частот, вплоть до 10 МГц).

2.3. Варианты выполнения работы приведены ниже (плюс в столбцах 3 и 4 означает, что расчёт надо выполнять для условий эксплуатации, указанных в столбце головки (шапки) таблицы, в котором стоит «+»):

2.4. Перед началом расчёта изучите внимательно Вашу схему (схемы) и заполните перечень элементов к ней (ним) по ГОСТ 2.701-84 (образец – приложение 3):

Вариант	Пункт, где приведена и описана схема (схемы)	Условия эксплуатации			
		температура 25 ⁰ С	коэффициент нагрузки 0,1	температура 50 ⁰ С	коэффициент нагрузки 0,3
1	2.1.1	+	+		
2	2.1.1	+			+
3	2.1.1		+	+	
4	2.1.1			+	+
5	2.1.2	+	+		
6	2.1.2	+			+
7	2.1.2		+	+	
8	2.1.2			+	+
9	2.1.3	+	+		
10	2.1.3	+			+
11	2.1.3		+	+	
12	2.1.3			+	+
13	2.1.4	+	+		
14	2.1.4	+			+
15	2.1.4		+	+	
16	2.1.4			+	+

2.5 Сведения из перечня элементов, а также данные о надёжности их из приложений к лабораторной работе, перенесите в расчётную таблицу формы табл. «Исходные данные для расчёта надёжности устройства» [4].

2.6 Выполните расчёт надёжности устройства для Вашего варианта

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

3.1. Название курса, название и номер лабораторной работы, ф. и. о. и номер группы студента, дату выполнения работы.

3.2 Результаты выполнения пп. 2.1 – 2.5.

3.3. Выводы по п. 3.2.

4 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ И САМОПРОВЕРКИ

4.1 Какой показатель надёжности Вы рассчитали в лабораторной работе? Какие ещё показатели надёжности Вы знаете?

4.2 Какие виды расчётов надёжности в зависимости от жизненного цикла изделия Вы знаете?

4.3 Что такое прямая задача расчёта надёжности?

4.4 Что такое обратная задача расчёта надёжности?

4.5 Запишите формулы, используемые при решении прямой задачи расчёта надёжности.

4.6 Запишите формулы, используемые при решении обратной задачи расчёта надёжности.

4.7 Для чего нужны коэффициенты эксплуатации?

4.8 Расскажите о взаимосвязи коэффициентов эксплуатации с уравнением Сванте Аррениуса.

4.9 Для чего и каким образом мы используем в лабораторной работе уравнение Сванте Аррениуса? Запишите формулы для связи нагрузки по температуре со скоростью деградиационного процесса.

4.10 Какую модель отказа мы используем при решении прямой задачи расчёта надёжности и почему? Докажите Ваш ответ соответствующими формулами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 CSN - ООО Стрим центр, Минск - IT-аутсорсинг, IT-интеграция... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: csn.by/. – Дата доступа 15.05.2017.

2 "Стрим центр" ООО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: computer.maxi.by/it-companies/4873451/strim-centr-ooo.htm. – Дата доступа 15.05.2017.

3 Стрим центр, Минск. Комплексное обслуживание организаций (IT .. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: strim-centr.belorussia.su/. – Дата доступа 15.05.2017.

4 Йенсен, Ф., Беккер, П. Проектирование надежных электронных схем. – М.: Советское радио, 1977. – 256 с.

5 Надёжность изделий электронной техники производственно-технического назначения и народного потребления: Справочник. – М.: ВНИИэлектронстандарт, 1983. – 54 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Интегральные микросхемы [5]

Таблица П.А1 – Интенсивность отказов ИС второй и третьей степени интеграции по результатам эксплуатации

Серия ИС	$T_{\text{сум}}$, млн. изд-ч	$\lambda_{\text{э}} * 10^6$ 1/ч	Серия ИС	$T_{\text{сум}}$, млн. изд-ч	$\lambda_{\text{э}} * 10^6$ 1/ч
Цифровые ИС					
K121	34,2	0,20	K500	66,4	0,05
K155 ТУ МСC ИЭТ QS 790132SU0006	523,9	0,01	K511 ТУ 11-85 6K0.348.149	11,1	0,06
Аналоговые ИС					
K101	13,15	0,05	K174	829,2	2,30
K140	80,85	0,30	K224	2104,4	1,50
K157	352,00	5,35	K237	1025,4	2,70
K159	68,00	0,07	K553	642,0	0,70

Таблица П.А2 – Характеристика надежности ИС 4й и 5й степени интеграции, $\lambda_{\text{оп}}$ – опытное значение интенсивности отказов по результатам испытаний (эксплуатации)

Серия ИС (Высокопороговая <i>p</i> -канальная технология)	$T_{\text{сум}}$, млн. изд-ч	$\lambda_{\text{оп}} * 10^6$, 1/ч
Микросхемы для калькуляторов K145 (ВВ6, ИА1, РА1) 6K0.348.599	0,35	8,57
Микропроцессорные серии K535, K536 6K0.348.379	0,81	8,65
	11,28	5,40

ПРИЛОЖЕНИЕ Б**(обязательное)****Диоды [5]**

Таблица П.Б1 – Перечень кремниевых диодов, сведения, о надежности которых приведены в справочнике

Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ	Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ
1	2	3	4
<i>1.1 Выпрямительные кремниевые</i>			
МД217, МД218	ТР3.362.009 ТУ1	КД103А, Б	ТТ3.362.082 ТУ
КД102А, Б	ТТ3.362.083 ТУ	КД104А	ТТ3.362.108 ТУ
КД105Б, В, Г, Д	ТР3.362.060 ТУ	КД206А, Б, В	ТТ3.362.141 ТУ
КД202А, В, Д, Ж, К, М	УЖЗ.362.036 ТУ	КД208А, КД209 А	ТР3.362.082 ТУ
КД203А, Б, В, Г, Д	УЖО.336.042 ТУ	КД210А, Б, В, Г	УЖО.336.088 ТУ
КД205Б, В	УФЗ.362.004 ТУ	КД213Б КД221А	аАО.336.176 ТУ аАО.336.392 ТУ
<i>1.2 Универсальные кремниевые</i>			
Д104, Д104А, Д105, Д105А, Д106, Д106А	ГОСТ 5.20145-73	КД411 АМ, В, ВМ, Г, ГМ	аАО.336.288 ТУ
КД409 А	ТТ3.362.154 ТУ	КД413А, Б	аАО.336.181 ТУ
КД410А, АМ, БМ	аАО.336.021 ТУ	КД417А	аАО.336.255 ТУ
<i>1.3 Импульсные кремниевые</i>			
КД510А	ТТ3.362.100 ТУ	КД901А, Б, В, Г	ТТО.336.001 ТУ
КД521А, Д	дРЗ.362.035 ТУ	КД907Б, Г	дРЗ.362.013 ТУ
КД522А	дРЗ.362.029 ТУ	КД910А, Б, В	аАО.336.018 ТУ

Продолжение табл. П.Б1

1	2	3	4
КД524А, Б, В	аАО.336.056 ТУ	КД918Б, Г	дРЗ.362.022 ТУ
<i>1.4 Германиевые диффузионные импульсные</i>			
Д310	ЩГ3.362.000 ТУ		
<i>1.5 Столбы кремниевые</i>			
КЦ103А	аАО.336.233 ТУ	КЦЮ8А, Б, В	аАО.336.352 ТУ
КЦ106А, Б, В, Г	Ц20.336.600 ТУ	КЦ402Б, Е; КЦ405Д	УФО.336.006 ТУ
<i>1.6 Варикапы кремниевые</i>			
КВ102А, Б, В	ТТ4.660.008 ТУ	КВ109А, Б, В, Г	ТТ4.660.016 ТУ
КВ104А – Е	ТТ4.660.010 ТУ	КВ112А, Б	аАО.336.133 ТУ
КВ105А, Б	ЩГ4.660.015 ТУ	КВ114А, Б	аАО.336.132 ТУ
КВ106А, Б	ТТ4.660.011 ТУ	КВ121А, Б	аАО.336.209 ТУ
		КВ122А	аАО.336.259 ТУ
<i>1.7 Стабилитроны кремниевые</i>			
КС133А, КС139А, КС147А, КС156А,	СМЗ.362.812 ТУ СМЗ.362.812 ТУ	КС113А, КС19А, КС168А	аАО.336.108 ТУ СМЗ.362.812 ТУ
КС162А	ХЫЗ.369.001 ТУ	КС433А, КС439АК С447А, КС456А	аАО.336.001 ТУ
КС175Ж, КС182Ж, КС191 Ж, КС210Ж, КС211Ж, КС212Ж, КС213Ж, КС215Ж, КС216Ж, КС218Ж, КС220Ж, КС222Ж, КС224Ж	аАО.336.110	КС468А КС482А, КС510АК С512А, КС515АК С518А, КС522АК С527А	аАО.336.002 ТУ
КС191С, КС191Т,	ТТЗ.362.103	КС533А КС515Г, КС520В, КС524Г	ХЫЗ.362.002 ТУ ХЫЮ.336.000 ТУ
КС191У, КС191Ф Д814А.1Б, В, Г, ДД818А, Б, В, Г, Д	ТУ аАО.336.207 ТУ СМЗ:362.045 ТУ	КС551А, КС591АК С600А, КС680А	аАО.336.279 ТУ ГОСТ 17126—76

Продолжение табл. П.Б1			
1	2	3	4
<i>1.8 Диоды излучающие инфракрасного диапазона кремниевые</i>			
КЛ101А, Б, В	ТТЗ.369.004 ТУ		
<i>1.9 Светодиоды галлиевые</i>			
АЛ307 А, Б, В, Г	Производитель «Дейтон», РФ		
<i>1.10 Тиристоры</i>			
КУ202Н	Производитель РФ, Саранск		

Таблица П.Б2 – Характеристика надежности кремниевых диодов по результатам эксплуатации

Группа диодов	$T_{\text{сум}}$, .млн. изд.-ч	$\lambda * 10^6$, 1/ч
1. Выпрямительные кремниевые	8496,2	0,16
2. Импульсные кремниевые и германиевые	490,0	0,04
3. Столбы кремниевые	197,0	3,0
4. Варикапы кремниевые	650,9	0,03
5. Стабилитроны кремниевые	1536,7	0,08
6 Диоды излучающие и светодиоды	2,31	0,86

Таблица П.Б3 – Функциональные зависимости K_p отдельных групп полупроводниковых приборов

$t, ^\circ\text{C}$	K_p при $P_c/P_{c \max}; I_0/I_{0 \max}$		
	0,1	0,2	0,3
25	0,021	0,03	0,05
50	0,06	0,09	0,12

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Транзисторы [5]

Таблица П.В1 – Перечень транзисторов, сведения, о надежности которых приведены в справочнике

Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ	Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ
1	2	3	4
	<i>1. Малой мощности кремниевые</i>		
	1.1. Низкочастотные		
КТ117А, Б	ТТЗ.365.002 ТУ	КТ118А, Б, В	ЖКЗ.365.238 ТУ
	1.2. Среднечастотные		
КТ20ГА, Б, В, Г, Д КТ20ЗА, Б, В	СБО.336.040 ТУ ЩЫО.336.001 ТУ	КТ209А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М	аАО.336.065 ТУ
	1.3. Высокочастотные		
КТ312А, Б, В КТ313А,Б КТ315А, Б, В, Г, Д, Е, И КТ316А, Б,В, Г, Д КТ317А, Б, В, Г,Д КТ318А, Б, В, Г, Д. Е КТ324А, Б, В, Г КТ326А, Б	ГОСТ 5.912—71 аАО.336.131 ТУ ЖКЗ.365.200 ТУ СБО.336.030 ТУ ГеЗ.365.011 ТУ ГеО.336.004 ТУ СБО.336.031 ТУ аАО.336.196 ТУ	КТ339А КТ342А КТ354А, Б КТ360А, Б, В КТ361Б, В, Г, Д КТ363А, Б КТ364А, Б, В КТ370А, Б КТ371А КТ382А, Б КТ384АМ	ЮФЗ.365.024 ТУ ЖКЗ.365.227 ТУ аАО.336.019 ТУ ЩТО.336.012 ТУ ФЫО.336.201 ТУ ЩТО.336.014 ТУ ЩТО.336.011 ТУ аАО.366.005 ТУ аАО.336.112 ТУ аАО.336.134 ТУ аАО.336.154 ТУ
КТ385АМ	аАО.336.155 ТУ	КТ3107И	аАО.336.170 ТУ
КТ3102 А, В	аАО.336.122 ТУ		

Продолжение табл. П.В1			
1	2		3
	<i>2. Средней мощности кремниевые</i>		
	2.1. Среднечастотные		
КТ502Б, В, Е	аАО.336.182 ТУ	КТ503Д	аАО.336.183 ТУ
	2.2. Высокочастотные		
КТ601А, АМ	ЩБЗ.365.038 ТУ	КТ611Г	ЩБЗ.365.056 ТУ
КТ602Б, БМ	ЩБЗ.365.037 ТУ	КТ630Е	аАО.336.146 ТУ
КТ604Б, БМ	аАО.336.335 ТУ	КТ645А	аАО.336.333 ТУ
	<i>3. Большой мощности кремниевые</i>		
	3.1. Среднечастотные		
КТ808А	аАО.336.240 ТУ	КТ816А, Б	аАО.336.186 ТУ
КТ809А	аАО.365.003 ТУ	КТ817Б, В	аАО.336.187 ТУ
КТ812А, Б	аАО.336.052 ТУ	КТ835А	аАО.336.402 ТУ
КТ814А, Б	аАО.336.184 ТУ	КТ837Т, У, Ф	аАО.336.403 ТУ
КТ815А,- Б, Г	аАО.336.185 ТУ		
	3.2. Высокочастотные		
КТ904А, Б	ЩБЗ.365.046 ТУ	КТ914А	аАО.336.140 ТУ
КТ908А	ГеЗ.365.012 ТУ	КТ940А	<u>аАО.336.246 ТУ</u>
КТ911А, Б	ЩБЗ.365.061 ТУ	КТ961А, В	<u>аАО.336.358 ТУ</u>
КТ913А, Б, В	аАО.336.039 ТУ		
	<i>4. Полевые кремниевые</i>		
КП103А,Б,В, Г, Д	ТФЗ.365.000 ТУ1	КП303А, Б, В, Г,	Ц20.336.601 ТУ
КП201А, Б, В, Г, Д, Е, Ж	ТФЗ.365.006 ТУ1	Д, Е, Ж, И	
КП301А, Б	ЖКЗ.365.220 ТУ	КП304А	СБЗ.365.109 ТУ
КП302А	ЖКЗ.365.233 ТУ	КП305А, Б, В	ТФО.336.000 ТУ
		КП306А, Б, В	ТФО.336.002 ТУ

Продолжение табл. П.В1			
1	2	3	4
5 Фототранзисторы			
ФТ1-1К	АГЦ3.368.010ТУ		

Таблица П.В2 – Характеристика надежности транзисторов по результатам эксплуатации

Группа транзисторов	$T_{\text{сум}}$, млн.изд.–ч	$\lambda \cdot 10^6$, 1/ч
1.1. Низкочастотные	11,8	0,5
1.2. Среднечастотные	954,7	0,25
1.3. Высокочастотные.	5520,3	0,2
2.1. Среднечастотные	98,1	1,3
2.2. Высокочастотные	341,7	0,5
3.1. Среднечастотные	481,1	2,9
3.2. Высокочастотные	102,3	2,15
3.3. Полевые кремниевые	152,9	0,08
Фототранзисторы	98,1	5,42

Таблица Приложение В3 – Функциональные зависимости K_p отдельных групп полупроводниковых приборов

t , °C	K_p при $P_c/P_{c \max}$; $I_0/I_{0 \max}$		
	0,1	0,2	0,3
25	0,021	0,03	0,05
50	0,06	0,09	0,12

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Конденсаторы [5]

Таблица П.Г1 – Перечень конденсаторов, сведения, о надежности которых приведены в справочнике

Тип изделия	Номер-ТУ, ГОСТ	Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ
1	2	3	4
<i>1 Керамические конденсаторы с напряжением до 1600В</i>			
КТ-1,2	ГОСТ 23385-78	К10-17	ОЖ0.460.172 ТУ
КД-1,2	ГОСТ 7159-79	К10-18	ОЖ0.460.091 ТУ
	ГОСТ 23390-78	К10-19	ОЖ0.460.160 ТУ
КТИ, КО, КДО,КТП	ГОСТ 23860-79	К10-23	ОЖ0.460.157 ТУ
		К10-25	ОЖ0.460.149 ТУ
КМ-3,4,5	ОЖ0.460.161 ТУ	К10-26	ОЖ0.460.149 ТУ
КМ-6	ОЖ0.460.171 ТУ	К10-29	ОЖ0.460.109 ТУ
КЛС	ОЖ0.460.020 ТУ	К10-38	ОЖ0.460.122 ТУ
К10П-4	ГОСТ 23898-79	К10-44	ОЖ0.460.164 ТУ
К10-9	ОЖ0.460.138 ТУ	К10-49	ОЖ0.460.178 ТУ
К10У-5	ОЖ0.460.045 ТУ	К10-50	ОЖ0.460.192 ТУ
<i>2 Керамические конденсаторы с напряжением свыше 1600В</i>			
К15У-1,2,3	ГОСТ 7160-78	К15-11	ОЖ0.460.123 ТУ
К15-5	ОЖ0.460.147 ТУ	К15-14	ОЖ0.460.152 ТУ
К15-9	ОЖ0.460.080 ТУ	КВИ-1,2,3	ОЖ0.460.129 ТУ
<i>3 Конденсаторы с диэлектриком на основе стекла</i>			

Продолжение таблицы П.Г1			
1	2	3	4
К21-9	ОЖ0.464.165 ТУ	К22У-1	ОЖ0.464.167 ТУ
К22-5	ОЖ0.464.115ТУ		
<i>4 Слюдяные конденсаторы</i>			
КСО, СГМ, КСГ	ОЖ0.461.123 ТУ	К31-10	ОЖ0.461.105 ТУ
К31П-4	ОЖ0.461.122 ТУ	К31-11	ОЖ0.461.106 ТУ
<i>5 Бумажные конденсаторы</i>			
К40П-2	ОЖ0.462.011 ТУ	МГБО	ОЖ0.462.124 ТУ
К40У-9,	ОЖ0.462.065 ТУ	МБМ,	ГОСТ 23232-78
К40-11		МБГТ	ГОСТ 5.887-77
КБГ	ГОСТ 6118-78	МБГЧ-1	ОЖ0.462.133 ТУ
БГТ	ОЖ0.462.135 ТУ	К42П-5	ОЖ0.462.064 ТУ
БМ-2, БМТ	ГОСТ 9687-73	К42-11	ОЖ0.462.121 ТУ
МБГТ,	ГОСТ 7112-74	К42-18	ОЖ0.462.119 ТУ
МБГЦ		К42-19	
<i>6 Плёночные и комбинированные конденсаторы</i>			
ПМГЦ, К71-4	ОЖ0.461.121 ТУ	К73-17	ОЖ0.461.104 ТУ
К71-5	ОЖ0.461.134 ТУ	К73-20	ОЖ0.461.115 ТУ
К71-7	ОЖ0.461.133 ТУ	К73-21	ОЖ0.461.131 ТУ
К73П-2	ОЖ0.461.128 ТУ	К75П-4	ОЖ0.461.164 ТУ
К73П-4	ОЖ0.461.103 ТУ	К75-10	ОЖ0.461.144 ТУ
К73-5	ОЖ0.461.148 ТУ	К75-12	ОЖ0.461.177 ТУ
К73-9	ОЖ0.461.087 ТУ	К72-15,	ОЖ0.461.191 ТУ
К73-10	ОЖ0.461.088 ТУ	К75-24	ОЖ0.461.129 ТУ
К73-11	ОЖ0.461.093 ТУ	К75-37	ОЖ0.461.145 ТУ
		К75-41	ОЖ0.461.204 ТУ

Продолжение таблицы П.Г1			
1	2	3	4
K73-13	ОЖ0.461.102 ТУ	K75-50	ОЖ0.461.204 ТУ
K73-15	ОЖ0.461.118 ТУ	K75-53	
<i>7 Электролитические конденсаторы</i>			
K50-6	ОЖ0.464.031 ТУ	K50-18	ОЖ0.464.127 ТУ
K50-7	ОЖ0.464.075 ТУ	K50-20	ОЖ0.464.183 ТУ
K50-9	ОЖ0.464.054 ТУ	K50-24	ОЖ0.464.137 ТУ
K50-12	ОЖ0.464.079 ТУ	K50-25	ОЖ0.464.123 ТУ
K50-15	ОЖ0.464.185 ТУ	K50-27	ОЖ0.464.197 ТУ
K50-16	ОЖ0.464.143 ТУ	K50-28	ОЖ0.464.128 ТУ
K50-17	ОЖ0.464.110 ТУ		

Таблица П.Г2 – Характеристика надежности отдельных групп конденсаторов по результатам эксплуатации

Группа изделий	$T_{\text{сум}}$, млн. изд.-ч	$\lambda_{\text{ос.г}} * 10^6$, 1/ч
Керамические конденсаторы напряжением до 1600 В	101	0,04
Керамические конденсаторы напряжением св. 1600 В	33,2	0,60
Конденсаторы с диэлектриком на основе стекла	7,4	0,10
Конденсаторы слюдяные.....	19,0	0,33
Конденсаторы бумажные.....	9,2	0,09
Пленочные и комбинированные конденсаторы.....	30,8	0,05
Конденсаторы алюминиевые электролитические	8,0	0,45

Таблица П.Г3 – Зависимости K_p от температуры и электрической нагрузки:

$t, ^\circ C$	K_p при U/U_n		
	0,1	0,2	0,3
	Керамические конденсаторы		
25	0,14	0,17	0,22
50	0,20	0,26	0,32
	Слюдяные конденсаторы		
25	0,30	0,35	0,40
50	0,50	0,60	0,65
	Стеклянные и стеклокерамические конденсаторы		
25	0,10	0,10	0,12
50	0,13	0,18	0,26
	Бумажные конденсаторы		
25	0,35	0,51	0,55
50	0,51	0,56	0,62
	Алюминиевые электролитические конденсаторы		
25	0,54	0,59	0,64
50	0,65	0,71	0,77

U – рабочее фактическое напряжение на конденсаторе;

U_n – номинальное напряжение конденсатора;

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
Резисторы [5]

Таблица П.Д1 – Перечень резисторов, сведения о надежности которых помещены в справочнике.

Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ	Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ
1	2	3	4
<i>Резисторы переменные непроволочные</i>			
СП	ГОСТ 5574	СП3-16	ОЖ0.468.087 ТУ
СП-0,5У	ОЖ0468.046 ТУ	СП3-23	ОЖ0.468.148 ТУ
СП2-2У	ОЖ0468.051 ТУ	СП3-26	ОЖ0.468.155 ТУ
СП3-3У	ГОСТ 11077-78	СП3-29	ОЖ0.468.159 ТУ
СП3-4М	ГОСТ 22738-77	СП4-1, 2, 3	ОЖ0.468.045 ТУ
СП3-10М	ОЖ0468.352 ТУ		
<i>Резисторы переменные проволочные</i>			
СП5-1В	ОЖ0468.558 ТУ	ПП3-40...47	ОЖ0.468.565 ТУ
СП5-20В	ОЖ0468.540 ТУ		
<i>Резисторы постоянные непроволочные</i>			
С1-4	ГОСТ 5.1741-72	МТ	ГОСТ 7.113-727
	ОЖ0468.084 ТУ		ОЖ0.468.108 ТУ
БС	ГОСТ 6562-75	МЛТ	ГОСТ 7113-77
<i>Резисторы постоянные проволочные</i>			
ПЭ-150, ПЭВ,	ГОСТ 6513-75	С5-62	ОЖ0.468.559 ТУ
ПЭВР		С5-25В	ОЖ0.468.521 ТУ

Продолжение табл. П.Д1

1	2	3	4
C5-16	ОЖ0.468.545 ТУ		
<i>Терморезисторы</i>			
КМТ-12, ММТ-12 СТ3-6У	ОЖ0468.145 ТУ	СТ3-21,27	ОЖ0.468.188 ТУ
СП3-14	ОЖ0468.067 ТУ	СП2-27	ОЖ0.468.177 ТУ
КМТ-14, СТ1-18, СТ3-18, СТ1-19, СП3-19	ОЖ0468.103 ТУ	СП3-1	ОЖ0.468.098 ТУ
ММТ-6	ОЖ0468.031 ТУ	СП3-17	ГОСТ 5.1137-71
ММТ-15	ОЖ0468.062 ТУ	СП1-17	ГОСТ 5.1713-72
СП1-2	ОЖ0468.122 ТУ	СТ3-23	ГОСТ 5.363-73
СТ1-21,27	ОЖ0468.052 ТУ	СТ4-15	ОЖ0.468.053 ТУ
	ОЖ0468.188 ТУ	СП14-1	ОЖ0.468.130 ТУ
		КМТ-10	ОЖ0.468.138 ТУ

Таблица П.Д2 – Характеристики надежности отдельных групп резисторов по результатам испытаний

Группа изделий	$T_{\text{сум}}$, млн. изд-ч.	$\lambda_{0 \text{ с.г}}^* 10^6$, 1/ч
Резисторы переменные непроволочные	38,99	0,03
Резисторы переменные проволочные	4,21	0,07
Резисторы постоянные непроволочные	47,325	0,03
Резисторы постоянные проволочные	9,77	0,04
Терморезисторы	7,596	0,30

Таблица ПД.3 Зависимости Кр от температуры и электрической нагрузки

t, °C	Кр при Р/Рн		
	0,1	0,2	0,3
<i>Металлодиэлектрические резисторы</i>			
25	0,40	0,46	0,52
50	0,43	0,50	0,57
<i>Углеродистые резисторы</i>			
25	0,28	0,39	0,44
50	0,58	0,75	0,92
<i>Резисторы СП и СП2</i>			
25	0,6	0,61	0,63
50	0,67	0,68	0,70
<i>Резисторы СП3</i>			
25	0,05	0,12	0,20
50	0,09	0,23	0,40
<i>Переменные проволочные резисторы</i>			
25	0,30	0,36	0,44
50	0,38	0,45	0,57
<i>Постоянные проволочные резисторы</i>			
25	0,10	0,11	0,13
50	0,14	0,15	0,18

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Низкочастотные (НЧ) соединители [5]

Таблица П.Е1 – Интенсивность отказов соединителей НЧх на напряжении до 1500. В таблице приведено значение интенсивности отказов на один контакт

Тип изделия	Номер ТУ	$\lambda_{оп} * 10^6$, 1/ч	Тип изделия	Номер ТУ	$\lambda_{оп} * 10^6$, 1/ч
<i>Соединители цилиндрические</i>					
<i>Нормальных габаритов</i>					
ОНЦ-ВН, ОНЦ-ВН- 1-2, ОНЦ- ВН-2-2	ГОСТ 12368–78Е		ШРГ, ШРГП, СШРГ РГ, РГП	6Р0.364.040 ТУ 6Р0.364.041 ТУ	
ШР, СШР	6Р0.364.028 ТУ	0,003	РРН27	ГЕ0.364.201 ТУ	0,003
2РТ-А	6Р0.364.032 ТУ		РРИ28	6Р0.364.202 ТУ	
Р	6Р0.364.034 ТУ		СНЦ3, 9, 10 СН044, 65	ГЕ0.364.237 ТУ 0100.364.049 ТУ	
<i>Малогоабаритные</i>					
ОНЦ-ВГ-5, ОНЦ- -ВГ- 11-5, ОНЦ- -ВГ-12-5	ГОСТ 12368-78Е	0,002	СНЦ-4 МР-4	ГЕ0.364.242 ТУ ГЕ0.364.213 ТУ	0,002

ОНЦ-ВГ-2,		Муфта гнездо	ХТ0.364.001 ТУ
ОНЦ- ВГ -3,		5X2	
ОНЦ-ВГ-4,			
ОНЦ- ВГ-10			
ОНЦ-ВГ-1-			
3,			
ОНЦ-ВГ-1-			
5,	ГОСТ 12368-		
	78Е		
ОНЦ-КГ-3-			
3,			
ОНЦ-КГ-3-			
5,			
ОНЦ-КГ-8-			
5.			
ОНЦ РГ			

Нормальных габаритов

РП-10	6Р0.364.025 ТУ		РПН-5	ГЕ0.364.203 ТУ	
РП-14, РП-	6Р0.364.024		РПН-4	ГЕ0.364.199 ТУ	
-14А	ТУ	0,019	СН045,	6Р0.364.007 ТУ	0,019
РШАВ-А,	6Р0.364.023		СН046		
РШАГ-А	ТУ		РПН6	ГЕ0.364.227 ТУ	

Малогобаритные

СНП49,			РПМ	6Р0.364.013 ТУ	
СНП50,			РГ1М23	ЕЩ0.364.028 ТУ	
СНП62,			РГ-35	6Р0.364.012 ТУ	
СНП64,	НЩ0.364.03	0,005	СНО-8	ГЕ0.364.247 ТУ	0,005
	7 ТУ		ОНП-КГ-29,	НЩ0.364.051 ТУ	
СНП65,			ОНП-КГ-26,		
СНО60,					
СНО61,					

СН068,			ОНП-ВГ-8	
СН069				
РГ, РШ	НЩ0.364.00		ОНП-В Г-25,	бР0.364.056 ТУ
«Набор»	8 ТУ		ОНП-ВГ-12	
ОНП-ВГ-2,	АГ0.364.202			
ОНП-ВГ-3	ТУ			
ГРПМШ1	НЩ0.364.00		СНП146,	Ке0.364.036 ТУ
	6 ТУ		СНП66	
СН063,	Ке0.364.043		ПШР	ЕЩ0.364.002 ТУ
СН064	ТУ			

Для печатного монтажа

РППМ10	ГЕ0.364.205		СНП39,	бР0.364.007 ТУ
	ТУ			
РППМ15	ГЕ0.364.209		СНП40	
	ТУ			
РППМ17	НЩ0.364.0П		РПН-3	ОЮ0.364.011
	ТУ			ТУ
РППМ23	Ке0.364.016		РШ2Н-2, РПН-	НЩ0.364.003
	ТУ		2	ТУ
РППМ9,			РГП2	Ф70.364.000
РППМ22,	ГЕ0.364.204	0,005		ТУ
РППМ40	ТУ		РГ1ПМ16	ГЕ0.364.209
				ТУ
РППМ24	НЩ0.364.02		СИП 14,	НЩ0.364.029
	8 ТУ			ТУ
ГРПМ1	НЩ0.364.03		СНП15	
	8 ТУ			
МРН	бР0.364.029		СНГ116,	ИЩ0.364.029
	ТУ		СНГ118,	ТУ
РГП, РГО	ОЮ0.364.04		СНГ126,	

	6 ТУ	СИП37	
СНП34	НЩ0.364.05 2 ТУ	ОНП- ВС-18	АГО.364.202 ТУ
СНП48	Ке0.364.038 ТУ	ОНП-НГ-1, ОНП-НГ-2	НЩ0.364.000 ТУ
СНП43	НЩ0.364.02 9 ТУ	ОНП-КИ	НОКО.364.029 ТУ
СНП17 СНП35	НЩ0.364.02 9 ТУ	ОНП-ВГ-7	НЩ0.364.023 ТУ
РЛМИ2	Ке0.364.000 ТУ	СНП-58, СНП- 59	Ке0.364.043 ТУ
РГ-34	ДсМ0.364.00 0 ТУ		
СНО- -56- 1Р	6Р0.354.019 ТУ	ОНП-НИ-6	НЩ0.364.004 ТУ

Библиотека БГУИР

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**(обязательное)****Прочие изделия [5]**

Таблица П.Ж1 – Перечень прочих изделий, сведения о надежности которых помещены в справочнике.

Тип изделия	Номер ТУ, ГОСТ
<i>Реле твердотельные малогабаритные с контактами на переключение цепей 220 В</i>	
MD0544ZD3	Производитель KIPPRIBOR, РФ

Электролампочки

Лампа светодиодная PLED-ECO-A60 11Вт E27 3000K 880лм 220В/50Гц JazzWay	Производитель ООО «БПЛэлектро» Лида РБ
---	---

Коммутационные изделия

Кнопка ПК8	ОЮ0.360.085 ТУ
Гнездо телефонное с выводами 6Р4С	Производитель Китай

Таблица П.Ж2 – Характеристики надежности прочих изделий по результатам испытаний

Группа изделий	$\lambda_{0 \text{ с.г}}^* 10^6_{,1/ч}$
Реле твердотельные малогабаритные с контактами на переключение цепей 220 В	8,00
Трансформатор силовой ТС-40	15,00
Лампы светодиодные	40,00
Коммутационные изделия (кнопки, гнезда)	0,80

Таблица П.Ж3 – Зависимости K_p от температуры и электрической нагрузки для прочих изделий

$t, ^\circ\text{C}$	K_p		
	0,1	0,2	0,3
<i>Реле твердотельные малогабаритные с контактами на переключение цепей 220 В</i>			
25	0,40	0,46	0,52
50	0,43	0,50	0,57
<i>Лампы светодиодные</i>			
25	0,28	0,39	0,44
50	0,58	0,75	0,92

