

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

II издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии по инфраструктуре и подвижному составу в Варшаве, Комитете ОСЖД, 12-14 июня 2002 г.

Утверждено совещанием Комиссии по инфраструктуре и подвижному составу 15.11.2002 г.

Дата вступления в силу: 01.01.2003 г.

Примечание: теряет силу I издание от 19.05.1989 г.

**P
801/1**

**КАТАЛОГ
ВОЗМОЖНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ОТКАЗОВ
ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВ СЦБ**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Введение	4
2. Построение каталога	4
3. Элементы с гарантированным отсутствием повреждений и отказов	5
4. Предпосылки использования	5
КАТАЛОГ ВОЗМОЖНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВ СЦБ	6
1. Резисторы	6
1.1. Резисторы постоянные и регулируемые	6
1.2. Терморезисторы	7
2. Конденсаторы	
2.1. Конденсаторы электролитические	8
2.2. Конденсаторы с применением синтетических материалов	8
2.3. Другие разновидности постоянных и регулируемых конденсаторов	9
3. Диоды	10
3.1. Выпрямительные диоды и диодные ключи	10
3.2. Стабилизаторы	
4. Транзисторы	11
4.1. Транзисторы биполярные	11
4.2. Транзисторы полевые	12
4.3. Транзисторы универсального применения	12
4.4. Тиристоры	13
5. Элементы защиты от перенапряжений	14
5.1. Разрядники	14
5.2. Варисторы	14
5.3. Защитные диоды	14
6. Интегральные микросхемы	15
7. Оптоэлектронные и оптические элементы	16
7.1. Оптические передатчики	16
7.1.1. Светодиоды силовые	16
7.2. Оптические датчики	16
7.2.1. Фоторезисторы	16
7.2.2. Фотодиоды	16
7.2.3. Фототранзисторы	16
7.3. Оптроны	17
7.4. Светодиоды	17
7.5. Индикаторные элементы на жидких кристаллах	18
7.6. Электронно-лучевые трубки	18
7.7. Лампы накаливания	18
7.8. Галогенные лампы	19

8. Дроссели	20
8.1. Дроссели без ферромагнитного сердечника	20
8.2. Дроссели на пакетах сердечника без воздушного зазора	21
8.3. Дроссели на сердечниках с воздушным зазором	21
8.4. Дроссели на ферритовых сердечниках без воздушного зазора	21
8.5. Дроссели на ферритовых сердечниках с воздушным зазором	22
8.6. Дроссели насыщения	22
9. Трансформаторы	24
9.2.1. Трансформаторы без воздушного зазора	24
9.2.2. Трансформаторы с воздушным зазором	24
10. Резонаторы частот	26
10.1. Кварцевые резонаторы	26
11. Монтаж	27
11.1. Односторонние печатные платы	27
11.2. Двусторонние печатные платы и многослойный печатный монтаж	28
11.3. Открытый монтаж проводом	28
11.4. Закрытый монтаж проводом	29
11.5. Кабели с открытым монтажом	29
11.6. Кабели с закрытым монтажом	30
11.7. Оптические волокна и кабели	30
12. Соединения	31
12.1. Соединения пайкой	31
12.2. Соединения накруткой и обжимные	31
12.3. Соединения болтовые	32
12.4. Соединения электрические штепсельные для печатных плат	32
12.5. Кабельные штепсельные соединения	33
12.6. Штепсельные соединения приборов	33
12.3. Оптические штепсельные соединения	34
13. Элементы управления	35
13.1. Коммутаторы и кнопки	35
13.3. Клавиатура	35
14. Реле	37
14.1. Нейтральные реле I класса	37
14.2. Нейтральные реле II класса	39
14.3. Поляризованные реле II класса	41
14.4. Реле II класса со стабилизированными конечными положениями посредством постоянных магнитов	43
14.5. Реле II класса со стабилизированными конечными положениями посредством механической блокировки	45
14.6. Реле II класса моторное	47
14.7. Нейтральные реле III класса	49
15. Источники питания	51
15.1 Аккумуляторы и другие батареи	51
16. Предохранители	52

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. "Каталог возможных повреждений и отказов элементов устройств СЦБ", в последующем называемой "Каталогом" и выводы о возможности возникновения таких повреждений и отказов базируется на данных изготовителя, на опыте железных дорог при использовании элементов, а также на оценках конкретных физических (частично и химических) условий технологии конструирования и изготовления.

1.2. В соответствии с развитием и использованием в технике СЦБ новых или измененных элементов, а также при получении новых сведений о проявлении повреждений и отказов Каталог может уточняться и дополняться.

1.3. С учетом опыта и своих требований национальные железные дороги устанавливают в каком объеме данные Каталога принимаются во внимание при разработке схем и устройств СЦБ и документации по надежности.

2. ПОСТРОЕНИЕ "КАТАЛОГА"

2.1. "Каталог" представляет собой набор отдельных листов. По мере необходимости, листы состоят из одной или многих страниц.

2.2. Листы Каталога с предполагаемыми повреждениями и отказами конкретных элементов имеют трехграфное построение:

графа 1: содержит описание возможных повреждений и отказов;

графа 2: содержит информацию о необходимости учета повреждений или отказов, указанных в графе 1 ("да" или "нет");

графа 3: содержит условия или ссылку на пункт каталога, при выполнении которых повреждения или отказы, указанные в графе 1, не учитываются (предложение "нет").

2.3. Предположения о повреждениях и отказах графы 1 учитывают имеющийся в настоящее время опыт в технике постоянных и переменных токов.

2.4. В ряде случаев в графе 2 предположения о повреждениях и отказах содержат примечания в виде сноски. Эти примечания дают ссылку на порядок предполагаемых изменений. Если при ответе "да" по предполагаемым повреждениям и отказам с уменьшением или увеличением параметров не указывается никаких ссылок на границы изменений, то следует предполагать:

- уменьшение параметра до нуля;
- увеличение параметра до бесконечности.

2.5. В случае необходимости, при ответе "нет" по предполагаемым повреждениям и отказам примечания содержат ссылку, какие принципиальные условия должны быть гарантированы для данного предложения.

Если эти условия не выполняются, то действует предположение "да".

Ссылка о выполнении условий является доказательством надежности.

2.6. При наличии различных элементов предполагается, что речь идет об элементах повышенной надежности или специальных элементов для устройств СЦБ и тем самым при предложении "нет" речь идет о гарантированном отсутствии повреждения или отказа (см. следующий раздел).

В примечаниях графы 3 или в примечаниях со сноской дается ссылка на указанные элементы. Если не соблюдены указанные условия для элементов повышенной надежности и для устройств СЦБ, то действует предположение "да".

3. ЭЛЕМЕНТЫ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ОТСУТСТВИЕМ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ОТКАЗОВ

3.1. Гарантированное отсутствие повреждений и отказов (т.е. предположение "нет"), которые не вытекают из физических или других данных, может, если это возможно с технической точки зрения и представляется рациональным с экономической точки зрения, выполняться за счет целевых мероприятий:

- разработки и изготовления для использования в устройствах СЦБ в целях обеспечения задач надежности и в последующем обозначаемые, как элементы для устройств СЦБ;

- дополнительных мероприятий, связанных с деталями и приборами, имеющими характер элементов, которые были разработаны и сконструированы не специально для устройств СЦБ в последующем обозначаемые, как элементы повышенной надежности.

3.3. Целевыми дополнительными мероприятиями по созданию элементов повышенной надежности могут быть, например, конструктивные и технологические изменения, выбор параметров и конструктивных свойств, дополнительные контрольные мероприятия и могут иметь своей целью обеспечение желательного отсутствия повреждений и отказов.

3.4. Целевыми конструкторскими мероприятиями по созданию элементов повышенной надежности могут быть, например, соблюдение минимального зазора, особая защита от электрических проводников, обеспечение минимального испытательного напряжения.

3.5. Возможность применения элементов повышенной надежности в конкретных устройствах СЦБ определяются железными дорогами.

4. ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

4.1 Предположения о возможности возникновения повреждений и отказов элементов даются с учетом того, что выдерживаются условия их эксплуатации, определенные изготовителем.

4.2 Предполагается, что для схем, созданных при использовании таких элементов надлежащим образом, соблюдены конструктивные параметры и, что изготовление и монтаж устройств был выполнен с точным соблюдением соответствующих правил и требований технической документации, так что относительно этого не возникает никаких новых неучтенных источников повреждений и отказов, которые подвергают сомнению сделанные предположения или делают их несостоятельными.

4.3 При этом необходимо обеспечивать техническое обслуживание устройств СЦБ квалифицированным персоналом, который гарантирует, что в работу элементов не будет никакого вмешательства, которое отменяло бы предположения о неисправностях.

4.4 При рассмотрении повреждений и отказов в реальных схемах следует учитывать комбинации элементов, например, для реле с диодом следует учитывать детали реле, диоды и присоединения.

4.5 Возникающие повреждения и отказы в одном элементе могут физически вызывать зависимые последующие неисправности в нем (например, при межвитковом замыкании в катушке дросселя может возникнуть уменьшение индуктивности). Такие последующие неисправности не содержатся в предположениях «Каталога». Учет таких неисправностей является задачей конкретного рассмотрения неисправностей и отказов элементов устройств СЦБ.

КАТАЛОГ ВОЗМОЖНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВ СЦБ

1 РЕЗИСТОРЫ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

1.1. Минимальный зазор при соединении 2,5 мм. При этом изоляционные расстояния в воздухе и каналы скользящего разряда между корпусами/подводящими проводами на концах конструктивных элементов должны соответствовать по меньшей мере требованиям EN 50124-1 для усиленной изоляции.

1.2. Корпус не должен содержать пустот.

1.3. Обмотка проволочного сопротивления должна быть однослойной (для многослойных резисторов действует предположение «да»).

1.4. Конструктивный элемент должен быть заключен в оболочку из цемента либо эмали.

1.5. Короткие замыкания между витками проволочного сопротивления должны исключаться за счет оболочки проволоки и/или физического разделения обмоток.

1.6. Корпус и оболочка резистора должны быть изготовлены из непроводящего материала, который остается непроводящим также и при самой высокой температуре (в случае отказа).

1.7. Глазурованный или цементированный слой постоянных резисторов должен быть выполнен таким образом, чтобы проволока не трескалась и была неподвижна.

1.8. В постоянных резисторах с установленной толщиной слоя должны быть обеспечены его защита от влажности и исключены частичные короткие замыкания за счет специальной конструкции.

1.9. В регулируемых резисторах их обмотки или токопроводящие слои должны быть надежно защищены, а при обрыве проволоки и ползунка проволочного резистора его конструкция должна гарантировать, что изменение их положения относительно друг друга возникнуть не может.

Таблица 1.1- Резисторы

Элемент: Исполнение Вид	1. Резисторы 1.1. Все виды постоянных и регулируемых сопротивлений	
1	2	3
1. Обрыв	Да	
2. Неустойчивый контакт	Да	
3. Короткое замыкание	Нет	См. п. 1.1 –1.9
4. Увеличение сопротивления	Да	
5. Уменьшение сопротивления	Нет ¹⁾	См. п. 1.1 –1.9
6. Короткое замыкание на корпус	Да	
7. Повреждение поверхностного слоя	Да ²⁾	

¹⁾Уменьшение на 10 % при 100 кОм, прежде всего, возможно из-за влажности;

²⁾Не приводящее к значительному уменьшению сопротивления резистора.

Таблица 1.2 – Терморезисторы

Элемент: Исполнение:	1. Резисторы	
	1.2. Терморезисторы	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Увеличение сопротивления	да	
5. Уменьшение сопротивления	да	
6. Повреждение поверхностного слоя изоляции	да	
7. Изменение характеристики	да	

2. КОНДЕНСАТОРЫ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

2.1 Площадь обкладок конденсатора и расстояние между ними, абсолютная и относительная диэлектрическая проницаемость не должна значительно изменяться с течением времени, в том числе при хранении и эксплуатации. Для электролитических конденсаторов нельзя исключить этот вид отказа.

2.2. Для конденсаторов с применением синтетических материалов при применении фольги из поликарбоната и/или полипропилена и согласованного регулярного контроля качества диэлектрика и конденсаторов.

Таблица 2.1. – Конденсаторы электролитические

Элемент: Исполнение: Электролит:	2. Конденсаторы Электролитические конденсаторы 2.1.1. Алюминий, жидкий 2.1.2. Алюминий, твердый 2.1.3. Тантал, жидкий 2.1.4. Тантал, твердый	
1	2	3
1. Обрыв	Да	
2. Неустойчивый контакт	Да	
3. Короткое замыкание	Да	
4. Уменьшение емкости	Да	
5. Увеличение емкости ¹⁾	Да	
6. Увеличение тока утечки	да	
7. Вытекание электролита ²⁾	да	

¹⁾ В пределах не более 100% от номинальной;

²⁾ Учитывается при комбинации с другими элементами.

Таблица 2.2.- Конденсаторы с применением синтетических материалов

Элемент: Исполнение: Электроды :	2. Конденсаторы , 2.2. Конденсаторы с применением синтетических материалов 2.2.1. Металлическая фольга 2.2.2. Металлическая фольга из синтетических материалов	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Уменьшение емкости	нет	См. п. 2.2

5. Увеличение емкости	нет	См. п. 2.1- 2.2
6. Увеличение тока утечки	нет	См. п. 2.2
7. Увеличение последовательного сопротивления	да	
8. Короткое замыкание на корпус	да	

Таблица 2.3.- Другие разновидности постоянных и регулируемых конденсаторов

Элемент: Исполнение: Электроды:	2. Конденсаторы	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Уменьшение емкости	да	
5. Увеличение емкости	нет	См. п.2.1
6. Увеличение тока утечки	да	
7. Увеличение последовательного сопротивления	да	
8. Короткое замыкание на корпус	да	

3 ДИОДЫ

Таблица 3.1 – Выпрямительные диоды и диодные ключи

Элемент: Исполнение:	3. Диоды	
	3.1. Выпрямительные диоды	
	3.2. Диодные ключи	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Увеличение обратного тока	да	
5. Увеличение прямого сопротивления	да	
6. Увеличение напряжения открытия	да ¹⁾	
7. Уменьшение напряжения открытия	да	
8. Короткое замыкание на корпус	да	

¹⁾ До 5% включительно

Таблица 3.2 – Стабилизаторы

Элемент: Исполнение:	3.3. Стабилизаторы	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Увеличение обратного тока	да	
5. Увеличение сопротивления в проводимом	да	
6. Увеличение напряжения стабилизации	да ¹⁾	
7. Уменьшение напряжения стабилизации	да	
8. Короткое замыкание на корпус	да	

¹⁾ До 5% включительно

4.ТРАНЗИСТОРЫ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

4.1 Усиление (или прямая крутизна) транзистора и оптическая чувствительность фотодиода или фототранзистора зависят от:

- количества примесей;
- толщины перехода (переходов);
- долговечности носителей зарядов.

Эти параметры остаются постоянными (при определенной температуре), за исключением долговечности носителей зарядов, которая с течением времени может только уменьшаться. Поэтому усиление или чувствительность должны оставаться постоянными или могут уменьшаться, но не возрастать. Существует незначительная возможность возрастания усиления, если за счет эффекта загрязнения нарушится концентрация примеси на поверхности элемента. Это можно предотвратить изготовлением высококачественной упаковки конструктивного элемента. Этот эффект значим только при очень малых токах покоя, которые поэтому должны избегаться при определении параметров схемы.

4.2 Обеспечение стабильности температуры р-п перехода.

Таблица 4.1 – Транзисторы биполярные

Элемент:	3. Транзисторы	
Исполнение:	4.1. Биполярные транзисторы	
1	2	3
1. Обрыв одного электрода	да	
2. Неустойчивый контакт одного электрода	да	
3. Короткое замыкание парных или всех электродов	да	
4. Короткое замыкание двух электродов, причем третий оборван	да	
5. Увеличение остаточного тока между парными электродами	да	
6. Увеличение остаточного тока между двумя электродами, причем третий оборван	да	
7. Увеличение коэффициента усиления по току ¹⁾	да	
8. Уменьшение коэффициента усиления по току	да	
9. Изменение времени включения и времени выключения	да	
10. Увеличение порогового напряжения «база – эмиттер»	нет	См. п. 4.2
11. Уменьшение порогового напряжения «база – эмиттер»	нет	См. п. 4.2
12. Трансформация в диод	да	

¹ Необходимо учитывать возможное увеличение коэффициента усиления по току при изменении параметров элементов, внешних по отношению к транзистору (например, при изменении сопротивления резисторов).

Таблица 4.2 – Транзисторы полевые

Элемент: Исполнение:	4. Транзисторы 4.2. Полевые транзисторы с изолированным управляющим электродом 4.3. Полевые транзисторы с запирающим слоем	
1	2	3
1. Обрыв одного электрода	да	
2. Неустойчивый контакт одного электрода	да	
3. Короткое замыкание парных электродов или всех электродов	да	
4. Короткое замыкание двух электродов, причем третий оборван	да	
5. Увеличение остаточного тока между парными электродами	да	
6. Увеличение остаточного тока между двумя электродами, причем третий оборван	да	
7. Увеличение крутизны	нет	См. п. 4.1
8. Уменьшение крутизны	да	
9. Изменение времени включения и времени выключения	да	

Таблица 4.3 – Транзисторы универсального применения

Элемент: Исполнение:	4. Транзисторы 4.4. Транзисторы универсального применения	
1	2	3
1. Обрыв одного электрода	да	
2. Неустойчивый контакт одного электрода	да	
3. Короткое замыкание парных электродов или всех электродов	да	
4. Короткое замыкание двух электродов, причем третий оборван	да	

5. Увеличение остаточного тока между парными электродами	да	
6. Трансформация в диод	да	
7. Увеличение остаточного тока между двумя электродами, причем третий оборван	да	

Таблица 4.4 – Тиристоры

Элемент: Исполнение:	4. 4.5. Тиристоры 4.6. Триаки	
1	2	3
1. Обрыв одного электрода	да	
2. Неустойчивый контакт одного электрода	да	
3. Короткое замыкание парных или всех электродов	да	
4. Короткое замыкание двух электродов, причем третий оборван	да	
5. Увеличение остаточного тока между парными электродами	да	
6. Увеличение остаточного тока между двумя электродами, причем третий оборван	да	
7. Увеличение минимального управляющего тока	да	
8. Уменьшение минимального управляющего тока	да	
9. Увеличение прямого сопротивления электродов	да	
10. Изменение времени включения и времени выключения	да	
11. Трансформация в диод	да	

5. ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Таблица 5.1 – Разрядники

Элемент: Исполнение:	5. Разрядники перенапряжения 5.1. Разрядники воздушные 5.2. Разрядники газотронные	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Короткое замыкание	да	
3. Увеличение тока утечки	да	
4. Увеличение напряжения срабатывания	да	
5. Уменьшение напряжения срабатывания	да	

Таблица 5.2- Варисторы

Элемент: Исполнение:	5.2. Варисторы	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Короткое замыкание	да	
3. Увеличение тока утечки	да	
4. Увеличение рабочего напряжения	да	
5. Уменьшение рабочего напряжения	да	

Таблица 5.3 – Защитные диоды

Элемент: Исполнение:	Защитные диоды	
1	2	3
1, Обрыв	да	
2. Короткое замыкание	да	
3. Увеличение тока утечки	да	
4. Увеличение рабочего напряжения	да ¹⁾	
5. Уменьшение рабочего напряжения	да	

¹⁾До 5% включительно.

6. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Таблица 6.1 - Интегральные микросхемы

1	2	3
Вид элемента:	5. Интегральные микросхемы 5.1. Аналоговые микросхемы 5.2. Цифровые микросхемы (в том числе микропроцессоры)	
1. Функциональный отказ ¹⁾	да	
2. Обрыв любого вывода	да	
3. Обрыв любого внутреннего соединения	да	
4. Короткое замыкание выводов между собой	да	
5. Короткое замыкание любых внутренних соединений между собой	да	
6. Снижение сопротивления изоляции между любыми выводами	да	
7. Снижение сопротивления изоляции между любыми внутренними соединениями	да	
8. Снижение сопротивления изоляции между любыми внутренними соединениями и выводами	да	

¹⁾Функциональным отказом интегральной микросхемы может быть ложное появление на любых ее входах или выходах (выводах): уровней логической единицы или логического нуля; ложных сигналов в виде различных последовательностей логических единиц и нулей. В программируемых элементах функциональный отказ может проявляться в виде искажения программы их функционирования. Характер возможных функциональных отказов зависит от вида интегральных схем.

7. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

7.1. Световое излучение является физическим качеством, которое связано с рекомбинацией электронов и дырок, если ток протекает через р-п - переход, работающий в прямом направлении. Интенсивность излучения является функцией прямого тока, поэтому световое излучение при постоянном токе не должно повышаться. Ниже порогового напряжения не протекает значимый ток, так что в этом случае световое излучение отсутствует.

7.2. Минимальный зазор между входными и выходными присоединениями 4 мм. Минимальная электрическая прочность между входом и выходом - 2,0 кВ.

Таблица 7.1- Оптические передатчики

Вид элемента: Исполнение: Принцип работы	7. Оптоэлектронные и оптические элементы 7,1. Оптические передатчики 7.1.1. Светодиоды силовые	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Увеличение тока утечки	да	
5. Уменьшение светового излучения	да	
6. Увеличение светового излучения	Да ¹⁾	

¹⁾ до 100 % из-за воздействия температуры

Таблица 7.2 –Оптические датчики

Вид элемента: Исполнение: Принцип работы	7. Оптоэлектронные и оптические элементы 7.2. Оптические датчики 7.2.1. Фоторезисторы 7.2.2. Фотодиоды 7.2.3. Фототранзисторы	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Увеличение тока утечки	да	
5. Уменьшение световой чувствительности	да	
6. Увеличение световой чувствительности	да ¹⁾	См. п. 7.1

¹⁾ до 100% из-за воздействия температуры

Таблица 7.3 – Оптроны

Вид элемента: Исполнение:	7. Оптоэлектронные и оптические элементы: 7.3. Оптроны	
1	2	3
1. Обрыв на вводе	да	
2. Обрыв на выводе	да	
3. Неустойчивый контакт на вводе	да	
4. Неустойчивый контакт на выводе	да	
5. Короткое замыкание на вводе	да	
6. Короткое замыкание на выводе	да	
7. Увеличение тока утечки на вводе	да	
8. Увеличение тока утечки на выводе	да	
9. Увеличение последовательного сопротивления на вводе	да	
10. Уменьшение оптической мощности на вводе (передатчик)	да	
11. Уменьшение энергетической чувствительности на вводе (приемник)	да	
12. Короткое замыкание: ввод-вывод	нет	См. п. 7.2
13. Нарушение изоляции: ввод-вывод	нет	См. п. 7.2
14. Изменение времени переключения	да	
15. Короткое замыкание на корпус	да	

Таблица 7.4 – Светодиоды

Вид элемента: Исполнение: Принцип действия:	7. Оптоэлектронные и оптические элементы 7.4. Индикаторные элементы 7.4.1. Светодиоды	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Короткое замыкание элементов	да	
3. Уменьшение светового излучения	да	
4. Увеличение светового излучения	нет	См. п. 7.1
4. Изменение окраски ¹⁾	нет	

¹⁾ Предположение о неисправности действует только для одноцветных светодиодов

Таблица 7.5 – Индикаторные элементы на жидких кристаллах

Вид элемента: Исполнение: Принцип работы:	7. Оптоэлектронные и оптические элементы 7.4. Индикаторные элементы 7.4.2. Жидкие кристаллы	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неравномерность показаний при низких температурах	да	
3. Уменьшение контрастности	да	
4. Изменение цвета	нет	

Таблица 7.6 -Электронно-лучевые трубки

Вид элемента: Исполнение: Принцип работы:	7. Оптоэлектронные и оптические элементы 7.4. Индикаторные элементы 7.4.3. Электронно-лучевые трубки	
1	2	3
1. Выход из строя индикаторных элементов	да	
2. Изменение индикации	да	
3. Уменьшение светосилы	да	
4. Изменение цвета	да	

Таблица 7.7 -Лампы накаливания

Вид элемента: Исполнение: Принцип действия:	7. Оптоэлектронные и оптические элементы 7.5. Лампы 7.5.1. Лампы накаливания	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Уменьшение светосилы	да	
5. Короткое замыкание на корпус	да	

Таблица 7.8 – Галогенные лампы

Вид элемента: Исполнение: Принцип работы:	7. Оптоэлектронные и оптические элементы 7.5. Лампы 7.5.2. Галогенные лампы	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Уменьшение светосилы ¹⁾	нет	

¹⁾ Уменьшение светосилы составляет около 15% и поэтому в большинстве случаев ею можно пренебречь

8. ДРОССЕЛИ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

8.1. Конструктивное исполнение и изготовление должны исключать такую неисправность.

8.2. Должен иметься только один слой обмоток, которые разделяются канавками в теле изоляции, или проволока должна быть усиленно изолирована согласно EN 50124-3. Все обмотки должны были быть надежно закреплены.

8.3. Изоляционные расстояния в воздухе и каналы скользящего разряда должны соответствовать по меньшей мере требованиям EN 50124-1 для усиленной изоляции. Изоляция должна соответствовать по меньшей мере требованиям EN 50124-3. Все обмотки должны были быть надежно закреплены.

8.4. Магнитный сердечник должен быть изготовлен таким образом, чтобы изменение магнитного сопротивления должно быть исключено.

8.5 Изменение воздушного зазора должно быть исключено.

8.6. Коэффициент трансформации зависит от числа витков каждой обмотки и целостности магнитной связи. Поэтому необходимо выполнять также условия 8.1 – 8.5.

8.7. Коэффициент усиления и постоянное пороговое напряжение зависят от качества материала магнитного сердечника. Поэтому необходимо показать, что эти магнитные качества не могут значительно изменяться. Эти показатели также зависят от числа витков каждой обмотки и целостности магнитной связи. Поэтому необходимо выполнять примечания 8.1- 8.5.

Выход дросселя насыщения зависит от числа ампер-витков управляющей обмотки. Поэтому необходимо показать, что в совокупности с принадлежащей схемой управления предполагаемые виды отказов управляющей обмотки не могут послужить причиной увеличения числа ампер-витков управляющей обмотки.

Таблица 8.1. – Дроссели без ферромагнитного сердечника

Вид элемента: Исполнение: Принцип построения:	8. Электромагнитные элементы 8.1. Дроссели 8.1.1. Дроссели без ферромагнитного сердечника	
1	2	3
1. Обрыв обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт обмотки	да	
3. Межвитковое короткое замыкание	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.2
4. Короткое замыкание между слоями	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3.
5. Короткое замыкание всей обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3.
6. Увеличение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4.
7. Уменьшение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 - 8.4.

Таблица 8.2 – Дроссели на пакетах сердечника без воздушного зазора

Вид элемента: Исполнение: Принцип конструкции:	8. Магнитные элементы 8.1. Дроссели 8.1.2. Пакеты сердечника без воздушного зазора	
1	2	3
1. Обрыв обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт обмотки	да	
3. Межвитковое короткое замыкание	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1
4. Короткое замыкание между слоями	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1
5. Короткое замыкание обмотки на массу	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1
6. Увеличение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
7. Уменьшение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1

Таблица 8.3 – Дроссели на сердечниках с воздушным зазором

Вид элемента: Исполнение: Принцип конструкции:	8. Магнитные элементы 8.1. Дроссели 8.1.3. Пакеты сердечника с воздушным зазором	
1	2	3
1. Обрыв обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт обмотки	да	
3. Межвитковое короткое замыкание	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1-8.2
4. Короткое замыкание между многими слоями обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
5. Короткое замыкание обмотки на массу	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1
6. Увеличение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
7. Уменьшение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1- 8.5

Таблица 8.4 – Дроссели на ферритовых сердечниках без воздушного зазора

Вид элемента: Исполнение: Принцип конструкции:	8. Магнитные элементы 8.1. Дроссели 8.1.4. Ферритовые сердечники без воздушного зазора	
1	2	3
1. Обрыв обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт обмотки	да	

3. Межвитковое короткое замыкание	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.2
4. Короткое замыкание между слоями обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
5. Короткое замыкание обмотки на массу	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1
6. Увеличение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
7. Уменьшение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4

Таблица 8.5 – Дроссели на ферритовых сердечниках с воздушным зазором

Вид элемента: Исполнение: Принцип конструкции:	8. Магнитные элементы 8.1. Дроссели 8.1.5. Ферритовые сердечники с воздушным зазором	
1	2	3
1. Обрыв обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт обмотки	да	
3. Межвитковое короткое замыкание	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.2
4. Короткое замыкание между слоями обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
5. Короткое замыкание обмотки на массу	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1
6. Увеличение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.5
7. Уменьшение индуктивности	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 -8.5

Таблица 8.6 – Дроссели насыщения

Вид элемента: Исполнение: Принцип конструкции:	8. Магнитные элементы 8.1. Дроссели 8.1.6. Дроссели насыщения (магнитные усилители)	
1	2	3
1. Обрыв любой обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт любой обмотки	да	
3. Короткое замыкание обмотки постоянного тока	да	
4. Межвитковое короткое замыкание обмотки переменного тока	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 –8.2
5. Короткое замыкание между слоями обмотки переменного тока	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3

6. Короткое замыкание всей обмотки переменного тока	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
7. Короткое замыкание или уменьшение сопротивления изоляции между обмотками постоянного и переменного тока	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
8. Короткое замыкание между любой обмоткой и корпусом	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
9. Увеличение индуктивности обмотки переменного тока	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
10. Уменьшение индуктивности обмотки переменного тока	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
11. Увеличение коэффициента усиления	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 – 8.4
12. Уменьшение коэффициента усиления	да	
13. Увеличение порогового напряжения постоянного тока	да	
14. Уменьшение порогового напряжения постоянного тока	нет	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 – 8.4

9. ТРАНСФОРМАТОРЫ

Таблица 9.1. – Трансформаторы без воздушного зазора

Вид элемента: Исполнение: Принцип конструкции:	8. Магнитные элементы 8.2. Трансформаторы 8.2.1. Пакеты сердечника без воздушного зазора 8.2.2. Ферритовые сердечники без воздушного зазора	
1	2	3
1. Обрыв обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Межвитковое короткое замыкание	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 –8.2
4. Короткое замыкание между слоями одной из обмоток	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
5. Короткое замыкание всей обмотки (одной из обмоток)	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
6. Короткое замыкание обмотки на массу или на экран	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
7. Короткое замыкание между обмотками	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
8. Увеличение индуктивности любой обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
9. Уменьшение индуктивности любой обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
10. Изменение коэффициента трансформации	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 - 8.4

Таблица 9.2 – Трансформаторы с воздушным зазором

Вид элемента: Исполнение: Принцип конструкции:	8. Магнитные элементы 8.2. Трансформаторы 8.2.3. Пакеты сердечника с воздушным зазором 8.2.4. Ферритовые сердечники с воздушным зазором	
1	2	3
1. Обрыв обмотки	да	
2. Неустойчивый контакт	да	

3. Межвитковое короткое замыкание	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 ;8.2
4. Короткое замыкание между слоями одной из обмоток	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
5. Короткое замыкание всей обмотки (одной из обмоток)	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
6. Короткое замыкание обмотки на массу или на экран	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
7. Короткое замыкание между обмотками	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1; 8.3
8. Увеличение индуктивности любой обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.4
9. Уменьшение индуктивности любой обмотки	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 - 8.5
10. Изменение коэффициента трансформации	да	"Нет" при выполнении требований п. 8.1 - 8.5

10. РЕЗОНАТОРЫ ЧАСТОТ**Таблица 10.1 – Кварцевые резонаторы**

Вид элемента: Исполнение;	9. Резонатор частот 9.1. Кварцевый резонатор	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	да	
4. Периодическое (прерывистое) замыкание	да	
5. Увеличение резонансной частоты	да	
6. Уменьшение резонансной частоты	да	
7. Увеличение коэффициента передачи	нет	
8. Уменьшение коэффициента передачи	да	
9. Короткое замыкание на корпус	да	

11. МОНТАЖ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

11.1. Расстояние между проводниками должно быть не менее 3 мм, а печатный монтаж проводом должен быть защищен (элемент повышенной надежности)

11.2. Изоляционный материал должен быть стабилен.

11.3. Изоляция должна соответствовать требованиям стандарта EN 50124-3. Изоляционные расстояния в воздухе и каналы скользящего разряда должны удовлетворять требованиям EN 50124-1 для усиленной изоляции. Должна быть предусмотрена защита от механических нагрузок и от электрически проводящих инородных тел.

11.4. Предположение о неисправности не действует для проложенных в грунте или в желобах кабелей (попадание воды через поврежденную оболочку кабеля).

11.5. Расстояние между лепестками или припайками должно быть не менее 3 мм; контрольные мероприятия при изготовлении должны гарантировать предписанную правилами пайку (элемент повышенной надежности).

11.6. Расстояние между соединениями должно быть не менее 3 мм; провод должен быть уложен таким образом, чтобы в случае обрыва он не мог соприкоснуться с соседними соединениями (элемент повышенной надежности).

11.7. Расстояние между соединениями должно быть не менее 3 мм; конструкция должна гарантировать, что при отсоединении провода замыканий быть не должно.

11.8. Зазор и проверка испытательным напряжением должны исключать такую неисправность (элемент повышенной надежности).

Таблица 11.1 - Односторонние печатные платы

Вид элемента:	11. Монтаж	
Исполнение:	11.1. Печатный монтаж	
Технология:	11.1.1. Односторонние печатные платы	
1	2	3
1. Обрыв монтажного проводника	да	
2. Неустойчивый контакт монтажного проводника	да	
3. Короткое замыкание между монтажными проводниками одной платы	да	"Нет" при выполнении требований п. 11.1-11.3
4. Уменьшение сопротивления изоляции между монтажными проводниками одной платы	да	"Нет" при выполнении требований п. 11.1-11.3
5. Увеличение сопротивления монтажного проводника	да	

Таблица 11.2 - Двусторонние печатные платы и многослойный печатный монтаж

Вид элемента: Исполнение: Технология:	11. Монтаж 11.1. Печатный монтаж 11.1.2. Двусторонние печатные платы 11.1.3. Многослойный печатный монтаж	
1	2	3
1. Обрыв монтажного проводника	да	
2. Неустойчивый контакт го	да	
3. Короткое замыкание монтажных проводников одной платы	да	"Нет" при выполнении требований п. 11.1-11.3
4. Короткое замыкание монтажных проводников плат, расположенных друг против друга	нет	Свойства изоляционного материала должны гарантировать такое условие
5. Уменьшение сопротивления изоляции монтажных проводников одной платы	да	"Нет" при выполнении требований п. 11.1-11.3
6. Уменьшение изоляции монтажных проводников, плат, расположенных друг против друга	нет	Свойства изоляционного материала должны гарантировать такое условие
7. Увеличение сопротивления монтажного проводника	да	

Таблица 11.3 - Открытый монтаж проводом

Вид элемента: Исполнение: Технология:	11. Монтаж 11.2. Монтаж посредством отдельных проводников 11.2.1. Открытый монтаж проводом	
1	2	3
1. Обрыв провода	да	
2. Неустойчивый контакт провода	да	
3. Короткое замыкание провода	нет	См. п. 11.3
4. Уменьшение сопротивления изоляции	нет	См. п. 11.3
5. Увеличение сопротивления проводов	да	
6. Замыкание на землю или короткое замыкание на корпус	да	

Таблица 11.4 - Закрытый монтаж проводом

Вид элемента: Исполнение: Технология:	11. Монтаж 11.2. Монтаж посредством отдельных проводников 11.2.2. Закрытый монтаж проводом	
1	2	3
1. Обрыв провода	да	
2. Неустойчивый контакт провода	да	
3. Короткое замыкание провода	нет	См. п. 11.3
4. Уменьшение сопротивления изоляции	нет	См. п. 11.3
5. Увеличение сопротивления проводов	да	
6. Замыкание на землю или короткое замыкание на корпус (массу)	нет	

Таблица 11.5 - Кабели с открытым монтажом

Вид элемента: Исполнение: Технология:	11. Монтаж 11.3. Кабели 11.3.1. Кабели с открытым монтажом	
1	2	3
1. Обрыв провода	да	
2. Неустойчивый контакт провода	да	
3. Обрыв экрана (если он есть)	да	
4. Неустойчивый контакт экрана (если он есть)	да	
5. Короткое замыкание проводов	да	
6. Короткое замыкание проводов и экрана (если он есть)	да	
7. Повреждение изоляции проводов	да	
8. Уменьшение сопротивления изоляции проводов и экрана	да	
9. Увеличение сопротивления провода	да	
10. Замыкание на землю или короткое замыкание на корпус	да	
11. Переходная емкость между проводами	да	

Таблица 11.6 - Кабели с закрытым монтажом

Вид элемента: Исполнение: Конструкция:	11. Монтаж 11.3. Кабели 11.3.2. Кабели с закрытым	
1	2	3
1. Обрыв провода	да	
2. Неустойчивый контакт провода	да	
3. Обрыв экрана (если он есть)	да	
4. Неустойчивый контакт экрана (если он есть)	нет	
5. Короткое замыкание проводов	да	
6. Короткое замыкание проводов и экрана (если он есть)	нет	
7. Уменьшение сопротивления изоляции проводов	нет	См. п. 11.4
8. Повреждение изоляции проводов и экрана (если он есть)	нет	См. п. 11.4
9. Увеличение сопротивления провода	да	
10. Замыкание на землю или короткое замыкание на массу	нет	См. п. 11.4
11. Переходная емкость между проводами	да	

Таблица 11.7 - Оптические волокна и кабели

Вид элемента: Исполнение:	11. Монтаж 11.4. Оптические волокна и кабели	
1	2	3
1. Обрыв волокна	да	
2. Увеличение коэффициента затухания	да	
3. Неустойчивый контакт	нет	
4. Переходная емкость между проводами	нет	

12. СОЕДИНЕНИЯ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

12.1. Конструкция штепсельного разъема должна гарантировать высокую надежность электрического соединения (элемент повышенной надежности).

12.2. Минимальное расстояние между соединениями должно составлять 3 мм. Перекосы разъемов должны быть исключены за счет боковых направляющих; испытательное напряжение должно быть достаточным (элемент повышенной надежности). 12.3. Зазор между соединением и массой должен составлять 4 мм, конструкция должна обеспечивать, чтобы допустимые механические нагрузки на разъем не вызывали уменьшение этого зазора. Аналогичные условия действуют и для корпуса. В принципе, следует использовать изолированные корпуса (элемент повышенной надежности)

12.4. Конструкция должна обеспечивать высокую надежность замыкания контактов (элемент повышенной надежности).

12.5. Зазор контактов и конструкция элементов управления должны исключать такую неисправность (элемент повышенной надежности).

12.6. Конструкция элементов управления должна исключать такую неисправность (элемент повышенной надежности).

Таблица 12.1 - Соединения пайкой

Вид элемента: Исполнение: Технология:	12. Соединения 12.1. Электрические соединения 12.1.1. Соединения пайкой	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание соседних соединений	нет	См. п. 11.5
4. Повреждение изоляции соседних соединений	нет	См. п. 11.5
5. Увеличение переходного сопротивления	да	

Таблица 12.2 - Соединения накруткой и обжимные

Вид элемента: Исполнение: Технология:	12. Соединения 12.1. Электрические соединения 12.1.2. Накрутка (внтковые соединения) 12.1.3. Обжимные соединения	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание	нет	См. п. 11.6
4. Повреждение изоляции между соседними соединениями	нет	См. п. 11.6

Таблица 12.3 - Соединения болтовые

Вид элемента: Исполнение: Технология:	12. Соединения 12.1. Электрические соединения 12.1.4. Болтовые соединения	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт	да	
3. Короткое замыкание соседних соединений	нет	См. п. 11.6 – 11.7
4. Повреждение изоляции соседних проводов	нет	См. п. 11.6
5. Увеличение переходного сопротивления	да	

Таблица 12.4 - Соединения электрические штепсельные для печатных плат

Вид элемента: Исполнение: Конструкция:	12. Соединения 12.2. Электрические штепсельные соединения 12.2.2. Электрические штепсельные соединения для печатных плат	
1	2	3
1. Обрыв провода	да	
2. Неустойчивый контакт соединения	да	
3. Обрыв многих соединений	да	
4. Неустойчивый контакт многих соединений	да	
5. Короткое замыкание соседних соединений	нет	См. п. 11.6
6. Повреждение изоляции соседних соединений	нет	См. п. 11.6
7. Короткое замыкание одного соединения на массу или на корпус	нет	См. п. 11.7
8. Повреждение изоляции одного соединения на массу или на корпус	нет	См. п. 11.8
9. Увеличение переходного сопротивления	да	

Таблица 12.5 - Кабельные штепсельные соединения

Вид элемента: Исполнение: Технология:	12. Соединения 12.2. Электрические штепсельные соединения 12.2.2. Кабельные штепсельные соединения	
1	2	3
1. Обрыв соединения	да	
2. Неустойчивый контакт соединения	да	
3. Обрыв многих соединений	нет	См. п. 12.1
4. Неустойчивый контакт многих соединений	нет	См. п. 12.1
5. Короткое замыкание соседних соединений	нет	См. п. 12.2
6. Повреждение изоляции соседних соединений	нет	См. п. 12.2
7. Короткое замыкание одного соединения на массу или на корпус	нет	См. п. 12.3
8. Повреждение изоляции между одним соединением и массой или корпусом	нет	См. п. 12.3
9. Увеличение переходного сопротивления	да	

Таблица 12.6 - Штепсельные соединения приборов

Вид элемента: Исполнение: Технология:	12. Соединения 12.2. Электрические штепсельные соединения 12.2.3. Штепсельные соединения приборов ¹⁾ .	
1	2	3
1. Обрыв одного соединения	да	
2. Неустойчивый контакт одного соединения	да	
3. Обрыв многих соединений	нет	См. п. 12.1
4. Неустойчивый контакт многих соединений	нет	См. п. 12.1
5. Короткое замыкание соседних соединений	нет	См. п. 12.2
6. Повреждение изоляции соседних соединений	нет	См. п. 12.2
7. Короткое замыкание одного соединения на массу или на корпус	нет	См. п. 12.3
8. Повреждение изоляции одного соединения и кассы или корпуса	нет	См. п. 12.3
9. Уменьшение переходного сопротивления	да	

¹⁾ Штепсельные соединения реле, узлов, программных устройств и т.д.

Таблица 12.7 - Оптические штепсельные соединения

Вид элемента: Исполнение:	12. Соединения 12.3. Оптические штепсельные соединения	
1	2	3
1. Обрыв одного соединения	да	
2. Неустойчивый контакт одного соединения	да	
3. Обрыв многих соединений	нет	
4. Неустойчивый контакт многих соединений	нет	
5. Повышение входной частоты	да	
6. Переходная емкость	нет	

13. ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ

Таблица 13.1 - Коммутаторы и кнопки

Вид элемента: Исполнение:	13. Элементы управления 13.1. Коммутаторы 13.2. Кнопки	
1	2	3
1. Обрыв контакта	да	
2. Периодическое размыкание контакта	да	
3. Обрыв многих контактов	нет	См. п. 12.4
4. Короткое замыкание контакта	нет	См. п. 12.5
5. Короткое замыкание контактов	нет	См. п. 12.5
6. Короткое замыкание контактов на массу	нет	См. п. 12.5
7. Повреждение изоляции контакта	нет	См. п. 12.5
8. Повреждение изоляции различных контактов	нет	См. п. 12.5
9. Повреждение изоляции между контактом и массой	нет	См. п. 12.5
10. Сваривание контактов	да	
11. Напуск ступеней контакта	нет	См. п. 12.5
12. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	нет	См. п. 12.6
13. Увеличение переходного сопротивления контактов	да	
14. Вибрация контактов	да	

Таблица 13.2 - Клавиатура

Вид элемента: Исполнение:	13. Элементы управления 13.3. Клавиатура ¹⁾	
1	2	3
1. Обрыв контакта	да	
2. Периодическое размыкание контактов	да	
3. Обрыв многих контактов	да	
4. Короткое замыкание контакта	да	
5. Короткое замыкание контактов	да	
6. Короткое замыкание контактов на массу	да	
7. Повреждение изоляции контакта	да	

8. Повреждение изоляции различных контактов	да	
9. Повреждение изоляции между контактом и массой	да	
10. Сваривание контактов	да	
11. Возможность тройника	да	
12. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	да	
13. Увеличение переходного сопротивления контактов	да	
14. Вибрация контактов	да	

¹⁾ При предположениях о неисправностях исходят из того, что указанные клавиатуры конструируются и изготавливаются не для обслуживания устройств СЦБ.

14. РЕЛЕ

Таблица 14.1 -Нейтральные реле I класса

Вид элемента: Исполнение:	14. Реле 14. 1.Нейтральные реле класса 1 ¹⁾ (неконтролируемое)	
1	2	3
1. Обрыв провода обмотки	да	
2. Частичное или полное короткое замыкание витков обмотки	да	
3. Короткое замыкание между обмотками катушки	нет	
4. Короткое замыкание обмотки и контакта	нет	
5. Короткое замыкание обмотки на массу	нет	
6. Повреждение изоляции обмоток	нет	
7. Повреждение изоляции между обмоткой и контактами	нет	
8. Повреждение изоляции между обмоткой и массой	нет	
9. Обрыв на контактах	да	
10. Периодическое размыкание контакта	да	
11. Одновременное размыкание нескольких контактов	нет	
12. Короткое замыкание между контактными пружинами	нет	
13. Короткое замыкание между контактами	нет	
14. Короткое замыкание между контактами и массой	нет	
15. Повреждение изоляции между контактными пружинами	нет	
16. Повреждение изоляции между контактами	нет	
17. Повреждение изоляции между контактами и массой	нет	
18. Сваривание контактов	нет	Условием для такого предположения являются графические или графитово-серебрянные контакты
19. Возможность тройника	нет	
20. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	нет	
21. Увеличение сопротивления контактов	да	
22. Вибрация контактов	да	
23. Увеличение тока (напряжения) притяжения	да ²⁾	
24. Уменьшение тока притяжения	нет	

25. Увеличение тока (напряжения) отпускания	да	
26. Уменьшение тока (напряжения) отпускания	да ³⁾	
27. Изменение коэффициента отпускания	да ⁴⁾	
28. Увеличение времени притяжения	нет	
29. Уменьшение времени притяжения	нет	
30. Увеличение времени отпускания	да	
31. Уменьшение времени отпускания	нет	
32. Якорь реле не притягивается	да	
33. Сердечник реле не отпадает	нет	
34. Случайное механическое перемещение якоря	нет	Реле в корпусе

¹⁾ Соответствует сигнальному реле типа Н согласно МСЖД;

²⁾ До 10% включительно;

³⁾ До 15% включительно;

⁴⁾ До 20% включительно.

Таблица 14.2 - Нейтральные реле I I класса

Вид элемента: Исполнение:	14. Реле 14.2. Нейтральные сигнальные реле класса II ¹⁾ (контролируемое)	
1	2	3
1. Обрыв провода обмотки	да	
2. Частичное или полное короткое замыкание витков обмотки	да	
3. Короткое замыкание между обмотками катушки	нет	
4. Короткое замыкание обмотки и контакта	нет	
5. Короткое замыкание обмотки на массу	нет	
6. Повреждение изоляции обмоток	нет	
7. Повреждение изоляции между обмоткой и контактами	нет	
8. Повреждение изоляции между обмоткой и массой	нет	
9. Обрыв на контактах	да	
10. Периодическое размыкание контакта	да	
11. Одновременное размыкание нескольких контактов	нет	
12. Короткое замыкание между контактными пружинами	да	
13. Короткое замыкание между контактами	нет	
14. Короткое замыкание между контактами и массой	нет	
15. Повреждение изоляции между контактными пружинами	нет	
16. Повреждение изоляции между контактами	нет	
17. Повреждение изоляции между контактами и массой	нет	
18. Сваривание контактов	да	
19. Возможность тройника	да	
20. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	нет	
21. Увеличение сопротивления контактов	да	
22. Вибрация контактов	да	
23. Увеличение тока (напряжения) притяжения	да ²⁾	
24. Уменьшение тока (напряжения) притяжения	нет	
25. Увеличение тока (напряжения) отпускания	да	
26. Уменьшение тока (напряжения) отпускания	да ³⁾	

27. Изменение коэффициента отпускания	да ⁴⁾	
28. Увеличение времени притяжения	да	
29. Уменьшение времени притяжения	нет	
30. Увеличение времени отпускания	нет	
31. Уменьшение времени отпускания	нет	
32. Якорь реле не притягивается	да	
33. Якорь реле не отпадает	да	
34. Случайное механическое перемещение якоря	нет	Реле в корпусе

1) Соответствует сигнальному реле типа Ц согласно МСЖД;

2) До 0% включительно;

3) До 15% включительно;

4) До 20% включительно.

Таблица 14.3 - Поляризованные реле I I класса

Вид элемента: Исполнение:	14. Реле	
	14.3. Поляризованные реле класса II ¹⁾ (контролируемое)	
1	2	3
1. Обрыв провода обмотки	да	
2. Частичное или полное короткое замыкание витков обмотки катушки	да	
3. Короткое замыкание между обмотками катушки	нет	
4. Короткое замыкание обмотки катушки и контакта	нет	
5. Короткое замыкание обмотки катушки на массу	нет	
6. Повреждение изоляции обмоток катушек	нет	
7. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и контактами	нет	
8. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и массой	нет	
9. Обрыв на контактах	да	
10. Периодическое размыкание контакта	да	
11. Одновременное размыкание нескольких контактов	нет	
12. Короткое замыкание между контактными пружинами контакта	нет	
13. Короткое замыкание между контактами	нет	
14. Короткое замыкание между контактами и массой	нет	
15. Повреждение изоляции между контактными пружинами контакта	нет	
16. Повреждение изоляции между контактами	нет	
17. Повреждение изоляции между контактами и массой	нет	
18. Сваривание контактов	да	
19. Возможность тройника	нет	
20. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	нет	
21. Увеличение сопротивления контактов	да	
22. Вибрация контактов	да	
23. Увеличение тока притяжения	да ¹⁾	

24. Уменьшение тока притяжения	нет	
25. Увеличение тока отпускания	нет	
26. Уменьшение тока отпускания	да ³⁾	
27. Изменение коэффициента отпускания	да ⁴⁾	
28. Увеличение времени притяжения	да	
29. Уменьшение времени притяжения	нет	
30. Увеличение времени отпускания	нет	
31. Уменьшение времени отпускания	нет	
32. Якорь реле не притягивается	да	
33. Якорь реле не отпадает	да	
34. Случайное механическое перемещение якоря	нет	Реле в корпусе

¹⁾ Соответствует сигнальному реле типа Ц согласно МСЖД;

²⁾ До 10% включительно;

³⁾ До 15% включительно;

⁴⁾ До 20% включительно.

Таблица 14.4 - Реле I I класса со стабилизированными конечными положениями посредством постоянных магнитов

Вид элемента: Исполнение:	14. Реле 14.4. Реле класса II ¹⁾ со стабилизированными конечными положениями посредством постоянных магнитов (контролируемые)	
1	2	3
1. Обрыв обмотки катушки	да	
2. Частичное или полное короткое замыкание витков	да	
3. Короткое замыкание между обмотками катушек	нет	
4. Короткое замыкание обмотки катушки и контакта	нет	
5. Короткое замыкание обмотки катушки на массу	нет	
6. Повреждение изоляции обмоток катушек	нет	
7. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и контактами	нет	
8. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и массой	нет	
9. Обрыв на контактах	да	
10. Периодическое размыкание контакта	да	
11. Одновременное размыкание нескольких контактов	нет	
12. Короткое замыкание между контактными пружинами	нет	
13. Короткое замыкание между контактами	нет	
14. Короткое замыкание между контактами и массой	нет	
15. Повреждение изоляции между контактными пружинами	нет	
16. Повреждение изоляции между контактами	нет	
17. Повреждение изоляции между контактами и массой	нет	
18. Сваривание контактов	да	
19. Возможность тройника	нет	
20. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании	нет	
21. Увеличение сопротивления контактов	да	

22. Вибрация контактов	да	
23. Увеличение тока притяжения	да	
24. Уменьшение тока притяжения	нет	
25. Увеличение тока отпускания	да	
26. Уменьшение тока отпускания	да	
27. Изменение коэффициента отпускания	да	
28. Увеличение времени пуска	да	
29. Уменьшение времени пуска	нет	
30. Увеличение времени отпускания	нет	
31. Уменьшение времени отпускания	нет	
32. Якорь реле не притягивается	да	
33- Якорь реле не отпадает	да	
34. Случайное механическое перемещение якоря	нет	
35. Самоотключающийся контакт не размыкается	да	
36. Самоотключающийся контакт не замыкается	да	
37. Якорь реле притягивается, но после срабатывания самоотключающегося контакта отпадает	да	

¹⁾ Соответствует сигнальному реле типа Ц согласно МСЖД.

Таблица 14.5 - Реле I I класса со стабилизированными конечными положениями посредством механической блокировки

Вид элемента: Исполнение:	14.5. Сигнальные реле класса II ¹⁾ со стабилизированными конечными положениями посредством механической блокировки (спаренные реле) ²⁾	
1	2	3
1. Обрыв обмотки катушки	да	
2. Частичное или полное короткое замыкание витков	да	
3. Короткое замыкание между обмотками катушек (если их несколько)	нет	
4. Короткое замыкание обмотки катушки и контакта	нет	
5. Короткое замыкание обмотки катушки на массу	нет	
6. Повреждение изоляции обмоток катушек	нет	
7. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и контактами	нет	
8. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и массой	нет	
9. Обрыв на контактах	да	
10. Периодическое размыкание контакта	да	
11. Одновременное размыкание нескольких контактов	нет	
12. Короткое замыкание между контактными пружинами	нет	
13. Короткое замыкание между контактами	нет	
14. Короткое замыкание между контактами и массой	нет	
15. Повреждение изоляции между контактными пружинами	нет	
16. Повреждение изоляции между контактами	нет	
17. Повреждение изоляции между контактами и массой	нет	
18. Сваривание контактов	да	
19. Возможность тройника	нет	
20. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	нет	
21. Увеличение сопротивления контактов	да	

22. Вибрация контактов	да	
23. Увеличение тока притяжения	да	
24. Уменьшение тока притяжения	нет	
25. Увеличение тока отпускания	да	
26. Уменьшение тока отпускания	да	
27. Изменение коэффициента отпускания	да	
28. Увеличение времени притяжения	да	
29. Уменьшение времени притяжения	нет	
30. Увеличение времени отпускания	нет	
31. Уменьшение времени отпускания	нет	
32. Якорь реле не притягивается	да	
33. Якорь реле не отпадает	да	
34. Сердечник реле самопроизвольно втягивается или отпадает	нет	
35. Самоотключающийся контакт не размыкается	да	
36. Самоотключающийся контакт не замыкается	да	
37. Якорь II спаренного реле не отпадает, если якорь 1-го притянут	да	
38. Якорь I спаренного реле не отпадает, если якорь II - го притянут	да	

¹⁾ Соответствует сигнальному реле типа Ц согласно МСЖД;

²⁾ При наличии спаренных реле каждое реле системы спаренных реле должно контролироваться отдельно.

Таблица 14.6 - Реле I I класса моторное

Вид элемента: Исполнение:	14. Реле 14.6. Реле класса II ¹⁾ моторное	
1	2	3
1. Обрыв обмотки катушки	да	
2. Частичное или полное короткое замыкание витков катушки	да	
3. Короткое замыкание между обмотками катушек	нет	
4. Короткое замыкание обмотки катушки и контакта	нет	
5. Короткое замыкание обмотки катушки на массу	да	
6. Повреждение изоляции обмотки катушек	да	
7. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и контактами	нет	
8. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и массой	да	
9. Обрыв на контактах	да	
10. Периодическое размыкание контакта	да	
11. Одновременное размыкание нескольких контактов	нет	
12. Короткое замыкание между контактными пружинами	нет	
13. Короткое замыкание между контактами	нет	
14. Короткое замыкание между контактами и массой	нет	
15. Повреждение изоляции между контактными пружинами	нет	
16. Повреждение изоляции между контактами	нет	
17. Повреждение изоляции между контактами и массой	нет	
18. Сваривание контактов	да	
19. Возможность тройника	нет	
20. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	нет	
21. Увеличение сопротивления контактов	да	
22. Вибрация контактов	да	
23. Увеличение тока срабатывания	да	
24. Уменьшение тока срабатывания	нет	
25. Увеличение тока отпускания	да	
26. Уменьшение тока отпускания	да	

27. Изменение коэффициента отпускания	да	
28. Увеличение времени срабатывания	да	
29. Уменьшение времени срабатывания	нет	
30. Увеличение времени отпускания	да	
31. Уменьшение времени отпускания	нет	
32. Одна система контактов не замыкается	да	
33. Одна система контактов не размыкается ²⁾	да	
34. Две системы контактов не замыкается ³⁾	да	
35. Две системы контактов не размыкается ⁴⁾	нет	

¹⁾ Соответствует сигнальному реле типа Ц согласно МСЖД;

²⁾ Действует для 2-х и 3-х позиционных моторных реле;

³⁾ Действует для 3-х позиционных моторных реле.

Таблица 14.7 - Нейтральные реле III класса

Вид элемента: Исполнение:	14. Реле 14.7. Нейтральные реле класса III (телефонные реле)	
1	2	3
1. Обрыв обмоток катушки	да	
2. Частичное или полное короткое замыкание витков обмоток катушки	да	
3. Короткое замыкание между обмотками катушек	да	
4. Короткое замыкание обмотки катушки и контакта	да	
5. Короткое замыкание обмотки катушки на массу	да	
6. Повреждение изоляции обмотки катушек	да	
7. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и контактами	да	
8. Повреждение изоляции между обмоткой катушки и массой	да	
9. Обрыв на контактах	да	
10. Периодическое размыкание контакта	да	
11. Одновременное размыкание нескольких контактов	да	
12. Короткое замыкание между контактными пружинами контакта	да	
13. Короткое замыкание между контактами	да	
14. Короткое замыкание между контактами и массой	да	
15. Повреждение изоляции между контактными пружинами контакта	да	
16. Повреждение изоляции между контактами	да	
17. Повреждение изоляции между контактами и массой	да	
18. Сваривание контактов	да	
19. Возможность тройника	да	
20. Возможность замыкания одной группы контактов при неразмыкании другой	да	
21. Увеличение сопротивления контакта	да	
22. Вибрация контактов	да	
23. Увеличение тока притяжения	да	
24. Уменьшение тока притяжения	да	
25. Увеличение тока отпускания	да	

26. Уменьшение тока отпускания	да	
27. Изменение коэффициента отпускания	да	
28. Увеличение времени притяжения	да	
29. Уменьшение времени притяжения	да	
30. Увеличение времени отпускания	да	
31. Уменьшение времени отпускания	да	
32. Якорь реле не притягивается	да	
33. Якорь реле не отпадает	да	
34. Случайное механическое перемещение якоря	да	Реле без корпуса

15. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**Таблица 15.1 - Аккумуляторы и другие батареи**

Вид элемента:	15.Источники питания	
Исполнение:	15.1. Аккумуляторные батареи	
Конструкция:	15.2.Батареи других видов	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт соединения	да	
4. Короткое замыкание:		
- отдельных гальванических элементов;	да	
- нескольких гальванических элементов;	да	
- всей батареи	да	
4. Уменьшение напряжения батареи	да	
5. Увеличение внутреннего сопротивления	да	

16. ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Необходимые условия, при выполнении которых принимается предположение «нет» по возможности появления определенных видов повреждений или отказов, приведены ниже.

16.1. Конструкция и монтаж предохранителей и их держателей должны иметь выполнены таким образом, чтобы их параллельное замыкание было исключено.

16.2. Должны быть предусмотрены средства, предотвращающие применение предохранителей неправильного номинального значения.

16.3. Должны быть предусмотрены средства, предотвращающие применение предохранителей с автоматическим возвратом в исходное состояние или с возможностью самовосстановления.

Таблица 16.1 - Предохранители

Вид элемента: Исполнение: Конструкция:	15.Предохранители	
1	2	3
1. Обрыв	да	
2. Неустойчивый контакт соединения	да	
3. Короткое замыкание	нет	См. 16.1-16.3
4. Увеличение тока срабатывания	нет	См. 16.1-16.3
5. Увеличение времени срабатывания	нет	См. 16.1-16.3
6. Самовосстановление после срабатывания	нет	См. 16.1-16.3