

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

IV издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии ОСЖД  
по инфраструктуре и подвижному составу,  
22-24 мая 2019 г., штаб-квартира МСЖД, г. Париж, Франция

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД  
по инфраструктуре и подвижному составу  
5-7 ноября 2019 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 7 ноября 2019 г.

Примечание: Теряет силу III издание Памятки от 30.10.2003 г.

**P 801**

**ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ СЦБ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |    |
|--|----|
| 1. Общие положения   | 3  |
| 2. Термины и определения   | 5  |
| 3. Основные принципы обеспечения безопасности схем и устройств СЦБ | 7  |
| 4. Условия окружающей среды  | 15 |
| 5. Требования к системе электропитания устройств СЦБ               | 24 |
| 6. Общие принципы выбора конструкций для устройств СЦБ             | 25 |
| 7. Методика разработки доказательства безопасности                 | 28 |

## **1. Общие положения**

### ***1.1. Область применения***

Настоящая Памятка распространяется на все виды устройств и систем, предназначенных для управления движением поездов на участках железных дорог. Памятка устанавливает основные принципы построения и обеспечения безопасности устройств и систем СЦБ, которые рекомендуются для применения в конструкторской и проектной документации, научно-технической, учебной и справочной литературе.

Памятка составляет единую методологическую базу по построению устройств и систем СЦБ и содержит требования, рекомендуемые для вновь разрабатываемых и модернизируемых систем на железнодорожном транспорте стран – членов Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД).

### ***1.2. Назначение и задачи железнодорожных систем СЦБ***

#### **1.2.1. Обеспечение безопасности движения поездов**

Одной из основных задач железнодорожной техники СЦБ является обеспечение безопасности при поездных и маневровых передвижениях. Разрешение на движение подвижного состава может быть дано только при выполнении и проверке техническими средствами заданных требований по безопасности движения. При необеспечении этих условий техническими средствами разрешение на движение отменяется. При реализации данной задачи системами СЦБ предполагается, что верхнее строение пути, инженерные сооружения, вагоны и тяговый подвижной состав обеспечивают необходимую безопасность движения.

Выполнение этой задачи должно осуществляться соответствующими системами с учетом технических, эксплуатационных и технологических требований, а также действующих нормативных документов. Основными возможными последствиями для движущегося железнодорожного подвижного состава могут быть сходы с рельсов, столкновения.

Системы СЦБ должны защищать поездные и маневровые передвижения от таких состояний, как:

- несоответствие контролю фактическому положению стрелки;
- неплотное прилегание остряка к рамному рельсу или подвижного сердечника крестовины к усовику крестовины (4 мм и более);
- включение путевого заграждения;
- перевод стрелок под подвижным составом;
- изменение маршрута следования во время движения по нему;
- прием или передача подвижного состава на занятый путь, кроме маневровых передвижений;
- задание маршрутов приема на путь для поездов встречного направления;
- движение подвижного состава по неготовому маршруту или на маршрут, занятый подвижным составом;
- проследование подвижного состава на занятый участок;
- отправление подвижного состава на занятый перегон, оборудованный устройствами полуавтоматической блокировки, или на занятый участок удаления при автоблокировке;

- отправление подвижного состава на перегон, занятый подвижным составом встречного направления.
- задание маршрутов приема на путь для поездов встречного направления;
- отправление поезда, движение маневрового состава по неготовому маршруту или на занятый маршрут;
- проследование поезда на занятый блок-участок;
- отправление поезда на занятый перегон с полуавтоматической блокировкой или при занятом участке удаления автоблокировки;
- отправление поезда на перегон, занятый поездом встречного направления.

1.2.2. Повышение эффективности управления и регулирования движением поездов.

Железнодорожные устройства автоматики и телемеханики (СЦБ) должны, наряду с обеспечением безопасности посредством соответствующих системных решений, способствовать повышению эффективности перевозочного процесса путем рационализации и автоматизации отдельных процессов управления в соответствии с технической необходимостью и экономической целесообразностью.

В первую очередь при этом необходимо ориентироваться на решение следующих задач:

- увеличение пропускной способности участков за счет применения автоматически действующих устройств как при нормальном, так и при аварийном режиме их работы;

- повышение пропускной способности отдельных пунктов за счет сведения до минимума необходимого времени на замыкание элементов маршрута для обеспечения движения поездов и маневровых передвижений, использования всех возможных вариантов движения в соответствии с сигналами, автоматизации процессов управления;

- повышение пропускной способности станций и рационализация работы в хозяйстве движения путем использования телеуправления устройствами централизации, устройств передачи номера поезда, автоматической регистрации эксплуатационных процессов и др.

Определяя, какие процессы и в каком объеме следует рационализировать или автоматизировать, следует руководствоваться:

- эксплуатационно- технологическими потребностями отдельных дорог или участков дорог;

- техническими возможностями;
- экономической целесообразностью.

### ***1.3. Обеспечение надежности***

Соответствующий уровень надежности техники требует больших затрат на создание железнодорожных устройств СЦБ, работоспособность которых имеет значение для планомерной и надежной их эксплуатации.

В первую очередь при этом необходимо учитывать следующие условия:

- частота отказов и зависимых повреждений устройств СЦБ должны быть по возможности минимальными;

- задержки в движении поездов вследствие повреждений или отказов в устройствах СЦБ должны ограничиваться только теми случаями, когда это

необходимо для обеспечения безопасности, при этом время отказа должно быть минимальным;

- профилактические работы по содержанию устройств СЦБ, требующие их частичного или полного выключения из действия, следует свести до технически необходимого минимума;

- отказы или ограничения действия устройств СЦБ должны распространяться на минимально возможную часть устройств с целью эксплуатации неповрежденных устройств;

- средняя продолжительность времени ремонта устройств или приборов должна быть небольшой;

- устройства или приборы должны быть пригодны для хранения;

- устройства или приборы должны иметь длительный срок эксплуатации.

Наряду с выполнением требований по высокому уровню надежности устройства должны:

- быть удобными в управлении;

- потреблять мало электроэнергии;

- требовать малых затрат на строительство;

- требовать низких удельных затрат на проектирование, сооружение и содержание.

В технические требования и технические задания включаются количественные и качественные требования к надежности устройств.

## 2. Термины и определения

**Безопасное состояние:** Состояние, когда функция безопасности остается неизменной в случае потери работоспособности объекта или одного из его элементов.

**Безопасность:** Отсутствие недопустимого риска.

**Безопасность функционирования:** Свойство объекта функционировать без опасных отказов в течение заданного времени или наработки.

**Доказательство безопасности(ДБ):** Документированное подтверждение того, что объект выполняет все заданные требования к функциональной безопасности.

**Доказательство работоспособности:** Обоснованное подтверждение потенциальной возможности выполнять объектом указанную функцию.

**Устройства и системы СЦБ:** Технические средства автоматизации управления процессами железнодорожных перевозок, обеспечивающие безопасность движения поездов и заданную пропускную способность при централизованном контроле и управлении путевыми объектами железнодорожных станций и перегонов, а также область науки и техники, связанная с их разработкой, производством и технической эксплуатацией.

**Заказчик:** Организация, по заявке и договору с которой осуществляют разработку, производство и/или поставку объекта железнодорожного транспорта.

**Избыточность:** Наличие у устройства, технической системы средств и возможностей сверх тех, какие необходимы для нормального функционирования.

**Неисправность:** Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

**Обеспечение безопасности:** Совокупность координируемых действий, направленных на достижение, поддержание и подтверждение требуемого уровня функциональной безопасности объекта железнодорожного транспорта.

**Объект железнодорожного транспорта (объект):** Любая единица железнодорожной инфраструктуры и железнодорожного подвижного состава, обеспечивающая выполнение требуемой функции в рамках управления и (или) обеспечения безопасности перевозочного процесса и (или) других технологических процессов на железнодорожном транспорте, и которую можно рассматривать в отдельности.

*Примечание:* В качестве объектов железнодорожного транспорта могут быть рассмотрены система, подсистема, оборудование, устройство, аппаратура, узел, деталь, элемент, которые состоят из технических средств, программного обеспечения или их сочетания и в частных случаях, могут также включать людей.

**Опасность:** Потенциальный источник возникновения ущерба.

**Отказ:** Нарушение работоспособности объекта железнодорожного транспорта.

**Однородные отказы:** Нарушения работоспособности объекта железнодорожного транспорта, которые идентичны по своему влиянию на технологический процесс движения поездов.

**Разработка (продукции):** Процесс создания образцов и (или) технической документации, необходимых для организации промышленного производства продукции.

**Разработчик:** Организация, выполняющая комплекс научно-исследовательских, проектно-конструкторских и изыскательских работ для создания или модернизации объекта железнодорожного транспорта.

**Техническая документация (на продукцию):** Совокупность документов, необходимая и достаточная для непосредственного использования на каждой стадии жизненного цикла продукции.

### **3. Основные принципы обеспечения безопасности схем и устройств СЦБ**

#### **3.1. Общие принципы**

3.1.1. Устройства СЦБ должны выполнять свои задачи, обеспечивая необходимую безопасность во всех предусматриваемых условиях окружающей среды, при предполагаемых повреждениях или отказах используемых конструктивных элементов и приборов, а также при ошибках в управлении. Это не распространяется на вспомогательное управление и включение разрешающих состояний без зависимостей СЦБ. При возникновении повреждений или отказов и когда таковые уже имеются, устройства СЦБ должны принимать безопасное состояние и в необходимых случаях приводить к задержке движения.

3.1.2. Состояние устройств СЦБ, приводящее к задержке движения, следует рассматривать как исключительный случай, потому что при необходимости возобновления движения железнодорожного транспорта, как правило, с ограничением – ответственность за обеспечение безопасности ложится в значительной степени на человека.

3.1.3. При разработке новых или совершенствовании существующих устройств СЦБ должны иметь в качестве основания для их внедрения в эксплуатацию экспертное заключение и документ «Доказательство безопасности», которые подтверждают, что эти устройства удовлетворяют поставленным требованиям безопасности.

3.1.4. Необходимость составления, кроме этого, документации по надежности регулируется правилами отдельных железных дорог или государственными стандартами.

3.1.5. Все предположения, требования и т.д. относительно наступления событий подчиняются законам теории вероятности.

Состояние, опасное для движения (поездов), нельзя избежать абсолютно, а только лишь с большой вероятностью.

#### **3.2. Возможные повреждения и отказы.**

3.2.1. Важной основой для исследований по обеспечению необходимой безопасности движения поездов, включая составление соответствующей документации, является знание и правильная оценка возможных (вероятных) отказов и повреждений в устройствах СЦБ. При разработке устройств СЦБ следует принимать во внимание перечень возможных повреждений и отказов (Памятка ОСЖД Р 801/1 «Каталог возможных повреждений и отказов»).

3.2.2. Конструктивные элементы, приводимые в «Каталоге возможных повреждений и отказов», допускаются для использования в устройствах, обеспечивающих безопасность движения, если нет никаких ограничений или не дается пояснение относительно того, что их использование допускается или нет при определенных условиях.

3.2.3. Каждое повреждение или отказ, которые приводятся в «Каталоге возможных повреждений и отказов» как возможные, следует предполагать в соответствующих условиях при определении степени безопасности, и они не должны приводить к состоянию, опасному для движения.

3.2.4. Если возникают зависимые повреждения (обусловленные физически или технически), вызванные неисправностями, которые названы в каталоге, то эти повреждения, как указано в пункте 3.2.3, не должны повлечь за собой состояния, угрожающие движению.

Например, короткое замыкание между витками катушки уменьшает ее индуктивность и омическое сопротивление и обе величины находятся вне допустимых пределов, т.е. возникают два зависимых повреждения; обрыв сопротивления в электрической цепи реле ведет к отпусканию якоря (зависимые отказы).

3.2.5. Защитное действие отдельных конструктивных элементов устройств от перегрузки является зависимым повреждением и может привести к отказу рассматриваемого объекта. Это такие конструктивные элементы, как, например, заданные места излома, разрядники перенапряжения, плавкие предохранители, электронные предохранители.

Такие отказы являются следствием выключаемых перегрузок (зависимые перегрузки и отказы). Зависимые от перегрузки отказы следует рассматривать в соответствии с пунктом 3.2.3.

3.2.6. Если электрические и другие условия окружающей среды, а также условия электроснабжения не выходят за пределы параметров, установленных для применения, то их изменения в этих пределах нельзя считать повреждением. Такое же условие относится к заданным допускам параметров конструктивных элементов.

3.2.7. В одной рассматриваемой единице, состоящей из функционально связанных узлов и элементов, не разрешается, чтобы повреждения и зависимые последующие отказы, а также результирующие повреждения вследствие перегрузки, вели к опасным для движения поездов состояниям.

3.2.8. Со вторым одновременно появившимся независимым отказом следует считаться тогда, когда исходя из частоты отказов у конструктивных элементов или времени его обнаружения необходимо предположить, что наряду с имеющимся отказом одновременно возникает второй. В таких случаях два независимых отказа, в том числе и от перегрузки, не должны привести к состоянию, угрожающему безопасности движения поездов.

3.2.9. С несколькими независимыми отказами, а также обусловленными или зависимыми отказами, в том числе и от перегрузки, следует также считаться, если в рассматриваемой единице количество конструктивных элементов, интенсивность их отказов или продолжительность времени обнаружения повреждения является большими.

В этих условиях также не должно возникать состояния, угрожающего безопасности движения поездов.



### **3.3. Обнаружение повреждений и отказов**

3.3.1. В основном повреждения в устройстве могут:

- не обнаружиться (как при их возникновении, так и после их возникновения);
- обнаружиться (при проявлении, при попытке использования отказавшей рассматриваемой единицы или специальным механизмом обнаружения отказов).

3.3.2. Предполагаемые отказы должны выявляться с большой вероятностью, причем выявление не должно происходить на основе состояния, опасного для движения, или вести к состоянию, опасному для движения.

Обнаружение отказов можно не производить, если:

- вероятность их проявления очень мала;
- отказ, а также появляющиеся последующие отказы не ведут к снижению уровня безопасности движения (например, уменьшение электрического сопротивления балласта до значения, которое ниже допустимого минимального электрического сопротивления балласта при существующей работоспособности электрической рельсовой цепи).

В этих случаях отказы не должны приводить к состоянию, опасному для движения.

3.3.3. Время выявления отказа должно быть настолько мало, чтобы не нужно было считаться с возможностью появления нескольких независимых отказов.

Если в практике нет реальных технических возможностей для немедленного выявления отказа после его возникновения (поскольку речь идет об отказах на частях устройств, не находящихся в данный момент в действии, и поскольку такие части устройств не включены в автоматически действующие системы, которые контролируют части устройств независимо от потребностей в данный момент) и если из-за этого не возникает опасность для движения поездов, то выявление отказа разрешено производить не позже, чем при следующем намеренном использовании такого узла или, соответственно, при проверке обслуживающим персоналом (см. также пункт 3.3.11) (например, обрыв в цепи лампы зеленого огня выходного сигнала в тот момент времени, когда отправление не происходит).

3.3.4. Отказы, при возникновении которых не обеспечивается требуемый уровень безопасности устройств (опасные отказы), должны приводить к состоянию, задерживающему (ограничивающему) движение. Такое состояние следует также сохранять при появлении последующих отказов (выявление отказа посредством состояния устройств СЦБ, задерживающего движение поездов).

Отказы, не приводящие к снижению требуемой безопасности (безопасные отказы), должны привести, по возможности, к соответствующей индикации, а не к состоянию, задерживающему движение (выявление отказа путем индикации).

3.3.5. Возможные неправильные действия обслуживающего персонала при нормальном режиме (см. пункт 3.1.1.) работы устройств СЦБ, которые могут нарушить безопасность движения поездов, также должны учитываться при разработке этих устройств, как, например, попытка установления враждебных маршрутов, попытка установления маршрута на занятый путь, когда имеются автоматические устройства контроля занятости пути, попытка перевода стрелки в установленном маршруте и др.

Такие действия должны быть определены устройством и не должны вызывать состояния, задерживающего движение поездов. Выявление неправильных действий персонала путем невыполнения устройством заданной команды может быть дополнено и определено соответствующей индикацией (защитное несрабатывание).

3.3.6. Если во время наличия отказа согласно пункту 3.3.5. дополнительно возникает отказ согласно пункту 3.3.4, то независимо от индикации отказа согласно пункту 3.3.5. устройства СЦБ должны приходиться к состоянию, задерживающему движение.

3.3.7. Для выполнения поставленных задач в соответствии с пунктами 3.3.4 - 3.3.6 после появления неисправности устройство должно осуществлять безопасный режим или состоянием, задерживающим движение, которое может дополняться индикацией отказа, или индикацией отказа, или исключением исполнения команды с индикацией отказа в случае необходимости.

3.3.8. Безопасный режим работы устройства после появления отказа обеспечивается, если:

- исключены отказы, которые можно предотвратить. Например, при коротком замыкании в цепи сигнальной лампы при монтажных работах должен срабатывать предохранитель, но не должно быть перегрузки катушки сигнального контрольного реле лампы;

- действует механизм выявления отказа, за исключением случаев преднамеренного не выявления отказа (см. пункт 3.3.2.);

- при переходе к безопасному состоянию невозможно опасное состояние для движения даже в течение короткого времени;

- достигается состояние, задерживающее движение, и остается в тех случаях, когда к существующему безопасному отказу прибавляется опасный отказ.

3.3.9. На основе приведенных выше условий вытекает следующая схема для автоматического выявления отказа:

- каждый отказ, при появлении которого не обеспечивается требуемая безопасность движения поездов, должен вести к состоянию, задерживающему (ограничивающему) это движение;

- каждый отказ, который не снижает требуемую безопасность, должен, по возможности, иметь соответствующую индикацию, если считать, что появление других предполагаемых отказов во время существования данного отказа не ведет к уменьшению безопасности, в том числе и при их сочетании;

- неправильные действия обслуживающего персонала при нормальных режимах работы, которые могут снизить безопасность, должны вести к исключению выполнения устройствами таких действий.

3.3.10. Если невозможно реализовать технически обоснованное и экономически оправданное автоматическое выявление отказов, уменьшающих безопасность, то это должно делаться во время проверки обслуживающим персоналом. Объем и циклы проверки вытекают из вероятности появления отказов и возможных последствий.

Принцип обнаружения отказов путем проверки (контроля) обслуживающим персоналом следует применять в ограниченных случаях.

### 3.4. Методика предотвращения опасных последствий отказов

3.4.1. Для предотвращения опасных последствий отказов в устройствах СЦБ следует применять следующие методы:

- метод исключения появления отказов, т.е. сознательно препятствовать возникновению отказов;
- метод принятия во внимание последствий отказов, т.е. сознательно предполагать возникновение отказов и учитывать при разработке устройств.

3.4.2. Исключение отказов заключается в том, чтобы, выбирая конструктивные элементы, использовать соответствующие материалы, специальные конструкции, применять соответствующие физические законы и специальные технологии изготовления и контроля для того, чтобы определенные отказы могли возникнуть с такой небольшой вероятностью, при которой можно было их не учитывать при определении уровня безопасности устройства.

*Примечание:* В случае необходимости этот способ следует дополнить подробным циклическим контролем обслуживающим персоналом при текущем обслуживании, чтобы обеспечить фактические условия для исключения отказа во время использования устройств.

3.4.3. При отказах, с которыми следует считаться в связи с вероятностью их возникновения и которые нельзя исключить, необходимо принимать во внимание последствия, к которым они могут привести (например, перегорание предохранителей, обрыв спиралей лампочек, сваривание контактов реле металл-металл, потеря запирающей способности диода, короткое замыкание эмиттер – база – коллектор транзистора).

Целью учета предполагаемых (т.е. вероятных) отказов является исключение опасных последствий этих отказов (состояние, опасное для движения) с большой вероятностью и обеспечить надежное состояние устройства.

Применяется метод предотвращения последствий отказов и метод ограничения последствий отказов.

#### 3.4.3.1. Метод предотвращения последствий отказов.

Цель предотвращения последствий отказов заключается в том, чтобы при их возникновении обеспечить достижение определенного безопасного состояния с помощью средств, обусловленных процессом, и (или) специальных механизмов обнаружения отказов.

Это достигается:

посредством соответствующего конструктивного или схемно-технического исполнения рассматриваемых единиц, например, использование реле II класса с принудительным приведением контактов во взаимодействие с жесткими опорами для создания условий для обнаружения сваривания контактов;

- использованием реле с двумя устойчивыми положениями для сохранения запирающего при отключении энергии или обрыве проводов;
- путем контроля, опознания и предупреждения выполнения устройствами СЦБ при их нормальном функционировании ошибочных команд персонала, которые могли бы угрожать безопасности движения;
- за счет избыточности.

Применяют следующие виды избыточности:

- *избыточность параметров.* В этом случае используются зависимости выхода из строя конструктивных элементов, эксплуатируемых при неполной нагрузке. При этом применяются конструктивные и схемные элементы с более высокими предельными параметрами, чем это необходимо с технической точки зрения. Например, использование коммутационных проводов, электрическая пробивная способность которых превышает номинальное напряжение, используемое устройством, уменьшение допускаемых предельных значений утечки для сопротивлений и транзисторов при выборе их параметров до таких значений, которые ниже значений изготовителя;

- *избыточность по времени.* При применении этой избыточности сознательно замедляются этапы обработки информации, чтобы не допустить воздействия кратковременных ошибочных информационных или неправильных команд, например, за счет использования медленнодействующего путевого реле или медленно работающих электронных коммутационных систем;

- *энергетическая избыточность.* При этом способе избыточности работа проводится при более высоких энергетических уровнях, чем это необходимо для выполнения поставленной задачи, например, большая разница по уровню между полезной информацией и помехой, дополнительное накопление энергии с помощью пружин или грузов при притягивании якоря реле;

- *избыточность информационная.* Этот способ избыточности применяется как при передаче информации, так и при обработке информации. Она подразделяется на:

избыточность информации при ее передаче (например, циклические коды, код 2 из 5 и т.п.);

структурная избыточность. При этой избыточности следует делать различие между избыточностью технического структурного обеспечения и программного структурного обеспечения. При избыточности технического структурного обеспечения осуществляют увеличение числа равнозначных или различных каналов обработки информации в устройствах, работающих по многоканальному принципу. При избыточности программного структурного обеспечения используют несколько различных программ обработки информации, результаты которых являются предпосылкой для дальнейшей обработки общего результата, причем различные программы можно обрабатывать параллельно или последовательно (например, дальнейшая обработка результатов вычисления осуществляется лишь после того, как на одной ЭВМ при поочередной обработке двух различных программ получены совпадающие результаты).

### 3.4.3.2. Метод ограничения последствий отказов.

3.4.3.2.1. Цель ограничения последствий отказов заключается в том, чтобы при возникновении предполагаемых отказов, влияние которых не может быть предотвращено, ограничить последствия этих влияний и обеспечить определенное безопасное состояние. Для этого служат функциональные проверки.

3.4.3.2.2. Совмещенная функциональная проверка, при которой правильную работу рассматриваемых единиц проверяют в соответствующих электрических цепях, причем рассматриваемые проверяемые единицы в этих цепях не имеют никаких функциональных заданий, как например, проверка правильного притяжения

и отпадания якоря реле II класса, когда контрольные контакты контролируют притянутое или отпущенное положение якоря так, чтобы в случае отказа контролируемого реле устройство заняло положение, задерживающее движение.

3.4.3.2.3. Частичная функциональная проверка, при которой специальным схемам отводится функция контроля за процессами, выполнение которых является условием для дальнейшего нормального действия схемы, или введения защитных переключений. Например, специальная схема контролирует, чтобы при показании на светофоре сигнала с зеленым мигающим огнем не появился более разрешающий зеленый ровный огонь. И если схема выявляет отсутствие тока, обеспечивающего мигающий режим, то на светофоре автоматически включается более запрещающее показание, которое несет информацию о том, что следует снизить скорость, т.е. возникает состояние, ограничивающее движение поездов.

3.4.3.2.4. Последовательная функциональная проверка, при которой благодаря следующим друг за другом проверкам в определенное время производится сопоставление обрабатываемых промежуточных результатов или обрабатываемых результатов каналов обработки информации. Это, например, проверка правильного действия отдельных каналов обработки информации устройства, которое работает по многоканальному принципу (в особенности устройств на базе микроэлектроники и вычислительной техники). В зависимости от требований по безопасности движения определяется при каких фазах обработки и как часто следует производить сопоставление.

### ***3.5. Принципы применения методики предотвращения опасных последствий отказов***

3.5.1. При разработке устройств СЦБ следует определить можно ли и целесообразно ли применять метод исключения появления отказов (пункт 3.4.2), например, для исключения электрических замыканий соблюдать достаточные расстояния между конструктивными элементами, применять соединительные провода соответственно высокой прочности и с соответствующей прокладкой данных проводов, чтобы практически исключить замыкание линии; применять изолированные корпуса во избежание замыкания на землю, защиту конструктивных и схемных элементов, а также проводников печатных плат изоляционными материалами, предотвращать электрические замыкания между клеммами подключения трансформаторов путем их соответствующего размещения.

Если с точки зрения техники – это можно реализовать, то выбранный способ исключения отказов во время использования устройства или части устройства не должен подвергаться никаким изменениям и не требовать специальных расходов на контроль и техническое обслуживание.

3.5.2. Если исключить появление отказов невозможно или нецелесообразно, то следует учитывать их последствия (см. пункт 3.4.3).

3.5.3. Для предотвращения опасных последствий предполагаемых отказов в важных для безопасности устройствах или в части устройств применимы все способы, приведенные в пункте 3.4.3, за исключением ограничения последствий

отказов согласно пункту 3.4.3.2.4. путем последовательной функциональной проверки.

3.5.4. При применении устройств с большим количеством элементов или элементов, которые характеризуются большими функциональными возможностями (преимущественно при использовании элементов микроэлектроники и микропроцессорной техники) принятие во внимание последствий отказов при обработке информации по одному каналу может вызвать большие затруднения или оно невыполнимо. В таких случаях обеспечение безопасности устройствами СЦБ или частями устройств может быть реализовано с помощью применения многоканального принципа.

### ***3.6. Требования по безопасности***

3.6.1. В технических требованиях и технических заданиях на разработку железнодорожных устройств СЦБ следует указывать требования по безопасности в соответствии с Памяткой Р-807. Для этой цели следует установить качественные требования по безопасности. В необходимых с технической точки зрения случаях качественные требования по безопасности дополняются количественными требованиями по безопасности.

3.6.2. Требования по безопасности должны быть ориентированы на достигнутый уровень безопасности имеющихся устройств и систем, с которыми можно вести сравнение. При установлении требований по безопасности следует определить необходимость повышения уровня безопасности по сравнению с существующими устройствами или системами вследствие изменения технических, эксплуатационных или технологических параметров таких устройств или систем (например, вследствие повышения максимальной скорости движения поездов, увеличения числа поездов и т.д.).

3.6.3. Качественные требования по безопасности следует формировать в виде перечней.

Следует указать, какие технические или эксплуатационно-технологические взаимосвязи с точки зрения безопасности не должны приводить к состояниям, угрожающим движению.

3.6.4. Количественные требования по безопасности следует указывать в виде максимально допустимой вероятности наличия состояния, угрожающего движению поездов за определенный период времени или наработки.

У количественных требований по безопасности необходимо указывать условия, на которых они основываются.

3.6.5. В соответствии с разным значением для безопасности движения поездов и различными последствиями опасного состояния, угрожающего движению, может быть сделана классификация требований по безопасности для устройств или элементов устройств, например по EN 50128 (в зависимости от скорости, интенсивности движения, классификации линий и др.), если вследствие этого при реализации получают экономические преимущества и не возникает ущерба ни на производстве, ни в эксплуатации (например, сокращение требований по

безопасности для средств индикации, не связанных с выполнением функций обеспечения безопасности).

3.6.6. Требуемая и определяемая согласно пункту 6 безопасность рассматриваемых объектов не должна снижаться в процессе производства, монтажа или эксплуатации устройств. В целях обеспечения этого условия предусматриваются контроль и проверки - промежуточный и конечный контроль в производственном процессе, проверки в процессе установки, проверки в процессе эксплуатации и др. Разработчик и, в случае необходимости, изготовитель устройств СЦБ указывают условия, при соблюдении которых не снижается уровень безопасность в течение эксплуатации устройств.

## **4. Условия окружающей среды**

### **4.1. Общие условия**

4.1.1. Для обеспечения надежности и безопасности работы устройств СЦБ при хранении и эксплуатации необходимо принимать во внимание условия окружающей среды и в необходимых случаях делать соответствующую защиту.

4.1.2. При разработке следует исходить из того, чтобы системы и устройства СЦБ можно было использовать на всей сети железных дорог.

4.1.3. Отступления от принципа пункта 4.1.2 допускаются, если:

- устройства предусмотрены специально для эксплуатации в определенных условиях окружающей среды, например, использование устройств только в определенных районах железнодорожных линий, где предъявляются специальные требования к атмосферному воздействию; использование устройств (электрические рельсовые цепи, системы передачи информации и т.д.) только при автономной тяге, т.е. на участках, где меньше электрическое влияние окружающей среды;

- устройства разработаны только для применения в отдельном случае, например, использование устройств только на нескольких станциях;

- устройства будут использоваться только в исключительных случаях с более суровыми условиями окружающей среды. В таких случаях можно применить специальные решения, обеспечивающие работоспособность при предельных температурах путем создания необходимых климатических условий.

4.1.4. Не допускаются отклонения от принципа пункта 4.1.2 для устройств СЦБ, которые используются на тяговых подвижных единицах или другом железнодорожном подвижном составе, если должна быть обеспечена эксплуатация этого подвижного состава без ограничений на всей сети железных дорог.

### **4.2. Размещение аппаратуры устройств СЦБ**

4.2.1. Исходя из того, что имеются различные возможности влияния окружающей среды и вытекающие из этого требования, при размещении аппаратуры устройств СЦБ следует соблюдать национальные стандарты. В общем различают следующее размещение аппаратуры устройств СЦБ:

|  |  |
|--|--|
| релейные помещения                                     | отапливаемые   |
|  | неотапливаемые   |
| шкафы для использования (их) снаружи (напольные шкафы) | с защитой от солнца<br>без защиты от солнца  |
| муфта для соединения или коробка (ящик)                | над землей вблизи пути<br>на земле вблизи пути<br>под землей вблизи пути<br>у рельсов<br>на земле в пути                             |
| железнодорожный подвижной состав                       | кабины машиниста или внутренние помещения вагона, машинные отделения, на кузове локомотива, на тележке, на неподдрессоренных деталях |

4.2.2. Релейными помещениями являются закрытые помещения, которые ограничиваются стенами, дверями, а при необходимости, окнами, с определенными параметрами по теплоизоляции, сохранению тепла и влаги. Допускается применение отапливаемых специальных контейнеров (транспортабельных модулей) и кузовов вагонов.

4.2.3. К стальным шкафам не предъявляются требования относительно аккумулирующей способности теплоизоляции, поэтому находящаяся в них аппаратура находится в условиях наружной установки.

4.2.4. Муфта для соединения или коробка (ящик) отвечают таким же условиям, как и напольные шкафы, но дополнительно появляются более жесткие условия от механических воздействий при размещении на земле и у рельсов.

### ***4.3. Неэлектрические факторы окружающей среды***

4.3.1. Виды неэлектрических факторов окружающей среды определены требованиями и стандартами, принятыми на дорогах-членах ОСЖД и могут содержать факторы, перечисленные ниже, которые следует учитывать.

#### **4.3.1.1. Температура**

Температура воздуха окружающей среды в зависимости от размещения аппаратуры устройств СЦБ, согласно 4.2.1 колеблется в пределах допустимых величин (минимальные и максимальные значения соответственно учитывают указания и правила отдельных железных дорог – членов ОСЖД).

Следует выделить:

- предельные рабочие температуры;
- предельные температуры хранения и транспортирования.

При разработке устройств СЦБ не допускается ограничение предельных величин температур во времени. В зависимости от размещения аппаратуры устройств может иметь место быстрое изменение температуры (температурный шок), например, после ливня при сильной солнечной радиации, при проходе через тоннель.



#### 4.3.1.2. Влажность

При разработке устройств СЦБ существенным фактором является относительная влажность воздуха.

В зависимости от размещения аппаратуры следует в дальнейшем считаться с влажностью в виде:

- волн, брызг, дождя, включая штормовой дождь, града, льда, снега с дождем, снега, росы, тумана и инея.

#### 4.3.1.3. Давление воздуха, ветер

При этом имеет значение атмосферное давление, быстрое колебание давления воздуха при прохождении поезда, в том числе в туннелях, а также скорость ветра.

#### 4.3.1.4. Загрязнение воздуха.

Загрязнения воздуха бывают в виде

- не растворимой в воде пыли (например,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ),
- растворимой в воде пыли (хлориды, сульфаты);
- газообразных примесей (например,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ).

#### 4.3.1.5. Поражение плесенью

Грибковая плесень может появиться на органических материалах при благоприятных для этого условиях.

#### 4.3.1.6. Вредители животного происхождения

Ущерб может проявиться на органических материалах при благоприятных для этого условиях.

#### 4.3.1.7. Механические воздействия

Механические воздействия на аппаратуру устройств СЦБ зависят от места и способа ее размещения.

При этом следует различать:

- вибрацию (допускаемые максимальные величины амплитуд и ускорений гармонических колебаний, направление гармонических колебаний);
- удары (максимальные величины ускорения соударения, направление ускорения соударения).

#### 4.3.1.8. Прочие факторы

В соответствии с условиями отдельных железных дорог-членов ОСЖД и действующими на них стандартами и требованиями следует учитывать и другие не электрические условия окружающей среды, воздействующие на устройства СЦБ.

Таковыми условиями могут быть:

- агрессивные почвы,
- утечки сыпучих грузов в перевозочном процессе, как уголь, минеральные удобрения, руды,
- пыль при перевозке сыпучих грузов, таких как известь,
- металлическая пыль от тормозных башмаков подвижного состава,
- зола,
- дизельное топливо, масло,
- гербициды,
- пожары откосов ж.д. полотна,

- озон (вблизи силовых переключателей),
- фекалии,
- средства для чистки подвижного состава, противопожарные средства,
- свисающие части подвижного состава (тормозные шланги, межвагонные соединения поездного отопления, тяговые автосцепки и др.).

4.3.2. Учитывая перечисленные выше факторы и другие особенности неэлектрического влияния окружающей среды, национальные железные дороги устанавливают параметры воздействующих факторов, которые следует учитывать при разработке устройств СЦБ.

4.3.3. Основные рекомендации для защиты устройств СЦБ от влияния неэлектрической окружающей среды.

4.3.3.1. В пределах заданных параметров неэлектрических факторов окружающей среды, согласно разделу 3.3.2, устройства СЦБ должны быть работоспособными.

4.3.3.2. Во время хранения и транспортировки устройств СЦБ не должно быть никаких повреждений, если предусмотренные к ним требования соблюдаются. Если не предписаны специальные требования, то для транспортировки и хранения действуют требования по эксплуатации.

Если во время транспортировки и хранения возникают более жесткие условия неэлектрической окружающей среды, которые могли бы привести к повреждениям устройств, то при разработке устройства должны быть учтены соответствующие защитные приспособления для транспортировки (например, специальный контейнер для транспортировки реле).

#### ***4.4. Электрические условия окружающей среды***

4.4.1. Предпосылки электрического воздействия окружающей среды.

4.4.1.1. Электрические условия окружающей среды невольно оказывают различное электромагнитное влияние на устройства СЦБ и требуют достаточную электромагнитную совместимость рассматриваемых объектов. Различают два вида влияния:

- внутреннее влияние (соединение внутри кабелей; соединения на печатных платах и др.)

- внешнее влияние (системы тяги, системы силового поля, молния).

Влияние может действовать кратковременно ( $t < 1$  сек.) и постоянно ( $t > 1$  сек.).

Влияние осуществляется, главным образом, путем взаимосвязи между влияющей системой (источник) и объектом, который подвергается влиянию. В зависимости от этого различают:

- гальваническое влияние;
- индуктивное влияние;
- емкостное влияние;
- волновое влияние, влияние излучения.

Электрические условия окружающей среды кроме этого оказывают влияние путем:

- термической нагрузки вследствие воздействия тепла электрических токов;
- магнитных полей непрерывно действующих магнитов и электромагнитов;
- электростатического разряда;
- магнитных и электрических полей (высокочастотные поля помех, электромагнитные и электростатические поля основной волны).

Могут действовать одновременно несколько факторов.

4.4.1.2. Интенсивность и результат влияния электрических факторов окружающей среды зависят от:

- параметров источника влияния, например, амплитудное и частотное распределение, скорость изменения и амплитуда тока при переходных процессах, токи короткого замыкания, длительность существования токов короткого замыкания до отключения и т.д.;
- параметров соединяющего звена (например, воздуха, магнитного поля);
- чувствительности устройства СЦБ.

4.4.2. Электрические условия окружающей среды, которые следует принимать во внимание, определены требованиями и стандартами, принятыми на дорогах-членах ОСЖД и могут содержать следующие факторы, приведенные ниже.

#### 4.4.2.1. Атмосферные разряды

Следует считаться со следующими воздействиями:

- прямой удар молнии (предполагается только в устройствах грозозащиты зданий, корпусов устройств, устанавливаемых снаружи, и железнодорожную сеть);
- ток растекания молнии, который проходит по рельсам или другим проводникам;
- удар молнии вблизи устройств СЦБ с индуктивным действием и/или падением напряжения за счет сопротивления грунта растеканию тока, а также влияния электромагнитного и электростатического поля проводника, через который прошел разряд молнии;
- уравнивающий ток заряда в земле и на устройствах в результате изменения зарядов в облаках.

Из-за больших токов и быстрого их изменения могут возникнуть большие разности потенциалов, которые ведут к перенапряжению на элементах.

При разработке рассматриваемых объектов необходимо при учете прямых ударов молний проверить оправданность технических затрат.

#### 4.4.2.2. Тяга переменного тока

Обусловленные магнитными и электрическими полями тяговых токов, все указанные в пункте 4.4.1.1 возможности воздействия могут быть значительными, если имеются соответствующие предпосылки.

Ожидаемые уровни помех зависят, в частности, от:

- распределения амплитуд и частот тягового тока,
- расстояния от проводов, по которым протекает тяговый ток, до устройств СЦБ,
- длины прокладки параллельных линий с проводами, по которым протекает тяговый ток,
- взаимной индуктивности,
- проводимости земли.

#### 4.4.2.3. Тяга постоянного тока

При тяге постоянного тока возможны, в основном, влияния:

- гальваническое,
- индуктивное.

Это возможно вследствие быстрого изменения величин тягового тока в результате коммутационных процессов и коротких замыканий, тиристорного управления, наличия гармонических составляющих тягового тока и др.

По отношению к ожидаемым уровням помех действительны положения пункта 4.4.2.2.

4.4.2.4. Электрическое отопление поезда при автономной тяге и центральное энергоснабжение поездов. Возможные влияния и уровни помех соответствуют положениям пунктов 4.4.2.2 и 4.4.2.3.

#### 4.4.2.5. Высоковольтные устройства

Высоковольтные устройства, выполненные, как правило, как системы трехфазного тока, имеют в нормальной эксплуатации относительно большую симметрию и поэтому они вызывают по сравнению с несимметричными системами более низкие мешающие воздействия.

Такое состояние изменяется в случае повреждения, в особенности при коротком замыкании на землю или обрыве одной из фаз.

Возможные уровни помех будут зависеть от таких же факторов, которые приведены в пункте 4.4.2.2 для тягового тока.

#### 4.4.2.6. Сильноточные устройства

Учитываются как электрические сети общего пользования, так и электрические сети, которые предназначены только для железных дорог.

Сильноточные устройства могут быть выполнены как сети трехфазного, так и однофазного переменного тока.

В сильноточных устройствах, в которых для защиты питаемых устройств от опасных напряжений заземлен повторно нулевой провод, появляются через землю уравнительные токи. Возможные уровни помех будут зависеть от таких же факторов, которые приведены в пункте 4.4.2.2 для тягового тока.

#### 4.4.2.7. Устройства СЦБ

Составные элементы устройств СЦБ могут, в зависимости от принципа и режима работы и чувствительности, оказывать взаимное влияние.

Источниками влияний являются, в особенности, коммутационные и импульсные процессы.

Факторы и предпосылки возможного влияния соответствуют положениям пункта 4.4.1.1.

#### 4.4.2.8. Прочие устройства

Трамваи, промышленные и шахтные железные дороги и метро могут быть электрически влияющим источником, их необходимо учитывать по аналогии с электрической тягой.

Влияющим источником могут быть также радиостанции больших мощностей.

4.4.2.9. Бортовые сети тяговых единиц подвижного состава могут быть приняты во внимание в качестве источников влияния:

- сети трехфазного тока для преобразователя электрического поездного отопления (при необходимости и для питания тягового двигателя);
- сети переменного тока для питания тягового двигателя, электрического подвижного отопления и центрального энергоснабжения;
- сети переменного тока для снабжения специальных потребителей, в том числе и устройств СЦБ и связи;
- сети постоянного тока для питания тягового двигателя;
- сети постоянного тока на основе аккумуляторов для всего вспомогательного оборудования и прочих бортовых потребителей;
- низкочастотные сети для устройств СЦБ и связи.

#### 4.4.3. Электрические параметры окружающей среды

##### 4.4.3.1. Атмосферные разряды

Параметры молнии, характеризующие величину грозовых разрядов:

- среднее значение тока молнии 50 кА
- максимальное значение тока молнии 200 кА
- среднее значение времени фронта 3 – 10 мс
- максимальное значение времени фронта 80 – 90 мс
- минимальное значение времени фронта 1,5 мс
- средний период полураспада 40 мс
- максимальный период полураспада 350 мс
- минимальный период полураспада 5 – 10 мс
- импульсные напряжения при прямых грозовых разрядах:
  - на воздушных линиях на деревянных опорах
 

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| минимальное значение  | 500 кВ  |
| среднее значение      | 1000 кВ |
| максимальное значение | 2500 кВ |
  - на воздушных линиях на бетонных опорах
 

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| минимальное значение  | 60 кВ  |
| среднее значение      | 100 кВ |
| максимальное значение | 300 кВ |
  - на кабельных линиях
 

|                       |      |
|-----------------------|------|
| среднее значение      | 1 кВ |
| максимальное значение | 3 кВ |
- напряжения и токи при прямом ударе молнии в рельс:
  - напряжение
 

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| среднее значение      | 30 кВ  |
| максимальное значение | 100 кВ |
  - ток
 

|                       |      |
|-----------------------|------|
| среднее значение      | 1 кА |
| максимальное значение | 5 кА |

- импульсные напряжения при грозовых разрядах вблизи устройств СЦБ (индуктивная связь):

- на воздушных линиях

|                  |        |
|------------------|--------|
| среднее значение | 200 кВ |
| • в кабелях      |        |
| среднее значение | 1 кВ   |

Прямой удар молнии или удар молнии вблизи устройства СЦБ должны быть учтены, если они действительно возможны.

#### 4.4.3.2. Тяга переменного тока 16 2/3 Гц и 50 Гц

Параметры:

|                       |  |                   |
|-----------------------|--|-------------------|
| - частота = 16 2/3 Гц | Номинальное напряжение контактной сети | $U = 15$ кВ       |
|                       | рабочий ток                            | $I_B =$ до 2 кА   |
|                       | ток короткого замыкания                | $I_K = 3 - 25$ кА |
|                       | продолжительность короткого замыкания  | $t_K = 0,1$ с     |
| - частота = 50 Гц     | номинальное напряжение контактной сети | $U = 27,5$ кВ     |
|                       | рабочий ток                            | $I_B = 0,7$ кА    |
|                       | ток короткого замыкания                | $I_K = 4$ кА      |
|                       | продолжительность короткого замыкания  | $t_K = 0,2$ с     |

С учётом перечисленных выше параметров следует учитывать влияние:

- основных и высших гармоник тягового тока и тягового напряжения;
- коммутационных процессов тяговой единицы подвижного состава;
- коротких замыканий сети воздушных проводов и тяговой единицы подвижного состава.

#### 4.4.3.3. Тяга постоянного тока

Параметры:

|                           |               |       |
|---------------------------|---------------|-------|
| - номинальные напряжения  |               |       |
| - контактной сети         | $U = 0,75$ кВ | 3 кВ  |
| - рабочий ток             | $I_B = 6$ кА  | 2 кА  |
| - ток короткого замыкания | $I_K = 40$ кА | 8 кА  |
| - продолжительность       |               |       |
| - короткого замыкания     | $t_K = 30$ мс | 0,1 с |

С учётом перечисленных выше параметров следует учитывать влияние: тягового тока;

- высших гармоник составляющих тягового тока и тягового напряжения;
- коммутационных процессов тяговой единицы подвижного состава;
- коротких замыканий контактной сети и тяговой единицы подвижного состава.

#### 4.4.3.4. Высоковольтные сети

Параметры:

- номинальные напряжения: 3 кВ, 6 кВ, 10 кВ, 15 кВ, 20 кВ, 30 кВ, 35 кВ сетей с изолированной нейтралью или компенсацией токов нулевой последовательности;
- номинальные напряжения: 110 кВ, 220 кВ, 380 кВ, 400 кВ, 440 кВ сетей с глухо заземленной нейтралью;

При их наличии необходимо учесть следующие факторы влияния:

- фазовое напряжение и токи при нормальных режимах работы;
- высшие гармоники тока и напряжения;
- токи при коротких замыканиях на землю;
- длительность тока короткого замыкания
- переходные процессы;
- допустимая асимметрия трехфазного тока из-за различной нагрузки;
- обрыв одной из фаз.

#### 4.4.3.5. Низковольтные сети

Параметры:

- номинальное напряжение: 220 В, 230 В, 230/380 В, 550 В;
- частота 50 Гц.

При их наличии необходимо учесть следующие факторы влияния:

- токи нормальных режимов работы;
- гармонические составляющие сети в нормальном режиме;
- гармонические составляющие сети в аварийных режимах;
- токи короткого замыкания;
- длительность токов короткого замыкания
- выравнивающие токи нейтрали;
- переходные процессы;
- допустимая асимметрия переменного тока.

#### 4.4.3.6. Устройства СЦБ

Параметры вытекают из технических характеристик устройств, имеющих на отдельных железных дорогах. При этом следует учитывать в принципе возможные факторы влияния такие, как:

- ток управления стрелочным электроприводом;
- импульсные токи;
- быстрое изменение тока при коммутационных процессах, осуществляемых контакторами и реле, и другие.

#### 4.4.4. Расчет величин влияния

Расчет величин влияния в зависимости от факторов воздействия электрической окружающей среды по разделу 3.4.4. производится на основе принятых на железных дорогах параметров с учетом выполнения их правил и указаний и соблюдения международных норм и стандартов.

4.4.5. Основные требования, предъявляемые к защите устройств СЦБ от влияния электрической окружающей среды

4.4.5.1. В предполагаемых условиях электрической окружающей среды устройства СЦБ должны сохранять исправное состояние.

4.4.5.2. Для защиты устройств СЦБ от перечисленных в п.п. 4.4.1., 4.4.2., 4.4.3. факторов воздействия электрической окружающей среды в зависимости от ожидаемых влияний следует применять:

- незаземленные схемы;
- системы передачи информации, которые могут быть отделены гальванически;

- симметричные линии передачи;
- как правило, гальваническое разделение между внутренними и внешними устройствами при электротяге;
- соответствующее кодирование для передачи важной для безопасности движения информации;
- узкополосные системы передачи информации на частотах, которые не нарушаются высшими гармониками.

При этом надо учитывать действующие правила отдельных железных дорог. По защите кабельных и воздушных линий СЦБ и связи при сближении и/или пересечении с линиями и устройствами высокого напряжения и большого тока и электрифицированными линиями железных дорог.

4.4.5.3. Для защиты устройств при атмосферных разрядах в зависимости от области применения целесообразно:

- применять молниеотводы;
- заземлять металлические элементы;
- применять разрядники, выравниватели и другие специальные устройства для защиты от перенапряжений.

4.4.5.4. Во избежание или с целью уменьшения влияния на устройства СЦБ, которые соединены общими проводами электроснабжения и общим электропитанием, следует применять следующие меры:

- структуру монтажной схемы проводов электроснабжения выполнять в виде звезды;
- в случае необходимости производить гальваническое разделение различных проводов электроснабжения;
- разделять большие схемы электропитания на небольшие единицы и распределять их в пространственном отношении.

## **5. Требования к системе электропитания устройств СЦБ**

### **5.1. Требования к сетям энергоснабжения**

5.1.1. Энергоснабжение устройств СЦБ должно соответствовать национальным требованиям железных дорог с учетом допусков от номинальных величин параметров.

5.1.2. С учетом требований и необходимости обеспечения бесперебойной работы устройства СЦБ следует обеспечивать энергоснабжение от двух и более независимых источников (сетей).

В качестве второго и третьего независимого источника могут быть использованы:

- независимое питание от общей сети энергоснабжения;
- специальные агрегаты, преобразователи, источники бесперебойного питания и аккумуляторные батареи.

Выбор резервного источника и требования к нему определяются местными условиями.



5.1.3. Переключение на резервный источник и обратное переключение с резервного источника на основной должно происходить, как правило, автоматически. Параметры переключения определяются условиями работы устройств СЦБ.

## **5.2. Параметры электропитания устройств СЦБ**

5.2.1. Электропитание устройств СЦБ осуществляется в соответствии с их техническими характеристиками и назначением:

- постоянным током;
- переменным однофазным током;
- трехфазным током.

5.2.2. Системы СЦБ должны обеспечивать устойчивую работу при следующих величинах номинального напряжения:

- номинальные напряжения постоянного тока (в Вольтах)  
 $U = 5, 6, 12, 24, 36, 48, 60, 110, 120, 136, 220$
- номинальные напряжения переменного однофазного тока (в Вольтах)  
 $U = 12, 24, 55, 60, 110, 115, 130, 145, 220, 230$
- номинальные напряжения трехфазного тока (фазовые, в Вольтах)  
 $U = 115, 127, 220, 230, 380, 550, 1000.$

5.2.3. Номинальная частота определяется назначением устройств СЦБ и необходимой защитой от влияний (например, применение специальных номинальных частот для питания рельсовых цепей).

5.2.4. Допускаемые мешающие напряжения, импульсы и отклонения от номинальных величин в сетях электроснабжения берутся в соответствии с национальными нормами и стандартами и соответствующими указаниями железных дорог стран-членов ОСЖД.

## **6. Общие принципы выбора конструкций для устройств СЦБ**

6.1. Конструкции устройств СЦБ должны обеспечить возможность использования их в эксплуатации в зависимости от области применения и условий окружающей среды во время всего срока службы.

6.2. Устройства СЦБ должны иметь конструкции, которые позволяли бы обеспечить обслуживание и ремонт (с учетом эргономических принципов) с минимально возможными затратами.

6.3. Для размещения аппаратуры СЦБ следует применять следующие основные конструкции, которые могут использоваться универсально:

- пульты управления и контроля;
- стойки, стивы;
- шкафы для внутренней установки на полу или стенах;
- шкафы наружной установки;
- ящики для приборов для размещения на опорах;

- ящики для приборов для установки на полу;
- ящики для приборов для размещения на пути;
- коробка переключения для размещения на тяговой единице подвижного состава;
- конструктивы для размещения печатных плат и навесного монтажа;
- транспортабельные модули;
- др.

Применение специальных конструкций целевого назначения, когда невозможно применить универсальные конструкции (например, для размещения аппаратуры на рельсах), следует ограничить до технически необходимых случаев.

6.4. В конструкциях следует применять комплектующие и материалы, которые:

- по стойкости и прочности к воздействиям внешних факторов соответствуют условиям и режимам эксплуатации, указанным в технической документации;
- способны выдерживать электрические нагрузки, существующие в условиях и режимах эксплуатации, указанных в технической документации, и в условиях неисправности (для электротехнических изделий);
- способны выдерживать воздействия специальных сред, существующие в условиях и режимах эксплуатации, указанных в технической документации.

6.5. В конструкциях следует применять материалы, которые:

- по значениям их показателей пожарной опасности относятся к негорючим, трудногорючим, трудновоспламеняемым в соответствии с национальными стандартами и нормативными документам, действующим на территории государств – членов ОСЖД;
- при утилизации не являются источниками возникновения химически опасных и вредных производственных факторов, превышающих уровни воздействий, установленные в национальных стандартах и нормативных документах, действующих на территории государств – членов ОСЖД.

6.6. Конструкции должны учитывать условия окружающей среды применения в соответствии с разделом 3. Степень защиты, которая должна быть обеспечена корпусом, определяется соответствующим стандартом.

6.7. Защиту поверхности устройств следует осуществлять в соответствии с национальными нормами или стандартами стран - членов ОСЖД, при этом необходимо применять способы и материалы, которые гарантируют длительный срок службы.

6.8. В конструкциях должна быть:

- обеспечена взаимозаменяемость одноименных частей без усилий и подгонки;
- гарантирована сопрягаемость частей по внешнему виду, средствам крепления и присоединения;
- исключена возможность разъединения и (или) изменения положения частей относительно друг друга при воздействии внешних факторов, а также возможность неправильного соединения частей.

6.9. Электрические цепи электротехнического изделия необходимо выполнять с применением проводов и кабельных изделий, выбранных в соответствии с национальными стандартами и нормативными документами, действующими на территории государства – члена ОСЖД. Электрические цепи электротехнического изделия, короткое замыкание которых может привести к пожароопасному разогреву проводов и кабелей, необходимо прокладывать по конструкциям из негорючих материалов. Температура нагрева проводов и кабелей в жгутах не должна превышать температуры, допустимой на жиле отдельных проводов и кабелей.

Ввод проводов и кабелей в оболочки изделия необходимо осуществлять через изоляционные детали, исключающие повреждения изоляции изделия.

Конструкция вводных устройств должна исключать возможность случайного прикосновения к токоведущим частям изделия, электрических перекрытий, замыкания на корпус и накоротко.

В конструкции изделия должны быть предусмотрены вводные устройства для раздельного ввода кабелей электропитания, сигнализации, централизации, блокировки и связи.

6.10. Конструкция комплектного электротехнического изделия должна быть разработана с учетом требований, установленных в 5.11.1-5.11.11, и следующих требований:

- размеры воздушных зазоров, расстояний утечки и изоляционных промежутков должны быть выбраны по национальным стандартам и нормативным документам, действующим на территории государств – членов ОСЖД;

- конструкция зажимов для присоединения внешних проводников должна соответствовать требованиям национальных стандартов и нормативных документов, действующих на территории государств – членов ОСЖД;

- изделие должно быть обеспечено защитой от прямого и косвенного прикосновения к токоведущим частям путем применения технических способов и средств, указанных в национальных стандартах и нормативных документах, действующих на территории государств – членов ОСЖД;

- изделие должно быть обеспечено защитой от токов короткого замыкания путем применения технических способов и средств технических способов и средств, указанных в национальных стандартах и нормативных документах, действующих на территории государств – членов ОСЖД.

Конструкция транспортабельного модуля должна быть разработана с учетом перечисленных требований и следующих дополнительных требований:

- конструкция транспортабельного модуля в соответствии с его типом должна быть разработана с учетом национальных стандартов и нормативных документов, действующих на территории государств – членов ОСЖД;

- в конструкции транспортабельного модуля следует предусматривать средства местного освещения, а также следующие средства охраны: запоры на дверях и окнах, защитные щиты на окнах, защитные решетки на наружных блоках систем кондиционирования, устройства контроля доступа, охранная сигнализация, система видеонаблюдения.

6.11. Конструктивное исполнение изделия, разрабатываемого (модернизируемого) и изготавливаемого для применения на железнодорожном

транспорте государств-членов ОСЖД, должно соответствовать требованиям, установленным в техническом задании на его разработку (модернизацию) и в его технической документации.

Конструктивное исполнение изделия, приобретаемого для применения на железнодорожном транспорте государства – члена ОСЖД, должно соответствовать требованиям, установленным в договоре на его поставку и в его технической документации.

6.12. Конструкции должны исключать доступ посторонних лиц к размещенной в них аппаратуре.

## **7. Методика разработки доказательства безопасности**

### **7.1. Общие требования**

7.1.1. Доказательство безопасности (ДБ) нужно составлять для устройств или приборов СЦБ, которые служат для выполнения задач по обеспечению безопасности движения и образуют законченные функциональные единицы, в качестве которых могут быть как целые самостоятельные или взаимосвязанные системы, так и отдельные схемы (узлы). ДБ для отдельных систем, не относящихся к объектам конкретного назначения, может быть разделено на ДБ её отдельных составных частей. Структура ДБ для каждой составной части должна соответствовать пункту 7.1.3. Связи отдельных составных частей должны быть подвергнуты анализу на безопасность. ДБ должно содержать ДБ при проектировании (для теоретической конструкции устройства СЦБ) и ДБ физической реализации устройства.

7.1.2. Целью ДБ являются:

- проверка выполнения основных принципов и подходов к обеспечению безопасности устройств СЦБ;
- проверка соответствия устройства СЦБ качественным требованиям функциональной безопасности;
- проверка соответствия показателей функциональной безопасности устройств заданным нормам.

7.1.3. Доказательство безопасности составляется на этапе разработки и должно содержать следующие разделы:

- введение;
- нормативные документы, используемые для доказательства безопасности;
- постановка функциональных задач и задач по безопасности;
- описание и обоснование предлагаемого решения;
- допускаемые условия эксплуатации;
- выполнение функциональных требований (доказательство работоспособности);
- выполнение требований по безопасности;
- результаты испытаний на безопасность;
- инструкция (руководство) по эксплуатации.

На последующих этапах ДБ составляет предприятие-изготовитель.

7.1.4. Документ «Доказательство безопасности» аккумулирует всю совокупность материалов доказательного характера и отражает результаты работ по управлению функциональной безопасностью, проводимых на всех этапах жизненного цикла устройств СЦБ. В документе «Доказательство безопасности» в письменной форме следует обосновать, что устройство СЦБ является безопасным.

7.1.5. Доказательство безопасности составляется в письменном виде организацией, осуществляющей разработку устройства СЦБ, и является составной частью разработки и предпосылкой для одобрения на применение.

7.1.6. Доказательство безопасности проверяется и согласовывается министерством (администрацией железных дорог), ведающим железными дорогами, или соответствующей организацией по их поручению.

Экспертизу (проверку) ДБ не должны осуществлять лица, выполнявшие разработку данного устройства (прибора) или участвовавшие в составлении документации по безопасности данного устройства.

Регламент разработки документа ДБ определяется национальными нормативными документами железных дорог стран-членов ОСЖД.

7.1.7. Должна быть обеспечена возможность проверки документации по безопасности, для чего все необходимые данные должны быть включены в соответствующие материалы этой документации, например, задания, соглашения, допуски, эксплуатационно-технологические и технические требования, расчеты, условия испытания.

7.1.8. При составлении ДБ следует в каждом случае выбирать целесообразную форму (например, описания, ведомости, программы, перечни, таблицы, чертежи, блок-схемы, протоколы, лабораторные отчеты, отчеты об испытаниях).

Все материалы, относящиеся к документации по безопасности, должны быть обобщены и представлены утверждающей организации.

7.1.9. Наличие ДБ обязательно при подтверждении соответствия устройств СЦБ требованиям функциональной безопасности.

## ***7.2. Постановка функциональных задач и задач по безопасности***

В общих положениях следует указывать, какие функциональные задачи и задачи по безопасности должно выполнять устройство в соответствии с его назначением.

## ***7.3. Описание и обоснование предлагаемого решения***

7.3.1. Следует дать детальное техническое описание назначения и работы устройства или прибора на основе схем, блок-схем, чертежей и т.д.

7.3.2. Устройства можно подразделить на функциональные блоки, подсистемы и т.п. Взаимодействие единиц следует описывать соответствующим образом, например, с помощью блок-схемы, графиков прохождения сигналов и др.

Разделение устройств на функциональные блоки, подсистемы и т.п. должно быть единым для всех разделов (частей) документации по безопасности.

7.3.3. Выбранные принципы реализации функций и обеспечения безопасности следует обосновать.

#### ***7.4. Допускаемые условия эксплуатации***

Следует перечислить все условия, принимаемые во внимание в процессе разработки устройства или прибора, при соблюдении которых обеспечивается требуемая безопасность:

- условия окружающей среды, согласно разделу 3;
- условия электрообеспечения, согласно разделу 4;
- эксплуатационно-технологические условия, например, допускается использование только на железных дорогах второстепенного значения, использование только при скоростях движения поездов до 100 км/ч;
- прочие условия, например, предоставление каналов передачи с максимально допустимым линейным затуханием, с максимально допустимой степенью искажения кода.

#### ***7.5. Выполнение функциональных требований (доказательство работоспособности)***

7.5.1. Должно быть дано подтверждение выполнения эксплуатационно-технологических и технических требований при надлежащей последовательности работы схем. Кроме этого, должны быть сведения, подтверждающие:

- отсутствие ошибок в схемах;
- правильность выбора параметров элементов и электрических соединений;
- выполнение условий сопряжения (например, сопряжение кабелей, сопряжение с передающими устройствами, не относящимися к системе);
- эффективность защиты от доступа посторонних лиц.

Данные сведения могут быть получены при проведении технической экспертизы независимой организацией или проведением расширенных экспериментальных исследований, а также при проведении других мероприятий, определенных национальными нормативными документами железных дорог стран-членов ОСЖД.

7.5.2. Для устройств, выполняющих в неисправном состоянии функциональные требования частично (в ограниченном объеме или при неполном обеспечении безопасности), нужно также составлять соответствующее подтверждение, которое должно, как минимум, содержать возможные отказы и функции, выполняемые частично, а также возникающие эксплуатационно-технологические ограничения и ограничения по безопасности.

#### ***7.6. Выполнение требований по безопасности***

##### ***7.6.1. Основные условия***

7.6.1.1. Следует доказать, что устройства или приборы выполняют

качественные и количественные требования по безопасности.

7.6.1.2. При доказательстве соблюдения требований по безопасности необходимо, чтобы:

- были учтены все принимаемые во внимание допускаемые условия (см. п. 3.1.1.);

- при рассмотрении повреждений и отказов были учтены и правильно отмечены все предполагаемые их сочетания, в том числе такие, которые взаимосвязаны с повреждениями и отказами, имеющими длительное время проявления;

- было проверено, что для расчета вероятности отказа оборудования СЦБ были учтены наихудшие условия (worst case) эксплуатации данного оборудования;

- было указано, как учитываются показатели надежности.

7.6.1.3. Если документация по безопасности составляется в соответствии с разделом 7.3.2., то желательно, чтобы отдельные требования по безопасности на подсистемы были на одном уровне. При этом должны быть выполнены доказательства безопасности на любую составную часть устройства СЦБ, от которого зависит основное ДБ, если оно не выполнено в основном ДБ.

7.6.2. Раздел «Выполнение требований по безопасности» должен содержать сведения относительно:

- обнаружения повреждений и отказов;
- опасности отдельных повреждений и отказов;
- появления нескольких повреждений и отказов;
- взаимного влияния рассматриваемых единиц (независимость отказов в резервированных элементах устройства СЦБ);
- обеспечения перехода к определенному безопасному состоянию.

### 7.6.3. Обнаружение повреждений и отказов

7.6.3.1. На основе системной концепции и требуемой безопасности следует указать допустимое максимальное время обнаружения повреждений и отказов.

*Примечание:* Возникающий и имеющий место предполагаемый отказ не должен вести к состоянию, опасному для движения поездов (см. раздел 7.6.4.1). Отказы, представляющие опасность для движения поездов, должны немедленно повлечь за собой переход устройств в защитное состояние (см. разделы 3.2 и 3.3).

7.6.3.2. Следует доказать, что имеющееся в реальных условиях время обнаружения повреждения или отказа меньше максимально допустимого времени их обнаружения согласно разделу 7.6.3.1.

7.6.3.3. Следует перечислить случаи, при которых:

- не требуется оперативное обнаружение повреждения или отказа;
- обнаружение отказа производится с запаздыванием или при следующем использовании рассматриваемого устройства;
- обнаружение повреждения осуществляется при плановых проверках.

### 7.6.3.4. Неопасность отдельных повреждений и отказов

В форме перечня следует доказать, что предполагаемое повреждение или отказ (основанием является Памятка Р 801/1 «Каталог возможных повреждений и отказов элементов устройств СЦБ») и зависимые от них отказы не ведут к состояниям, представляющим опасность для движения.

#### 7.6.5. Появление нескольких отказов

7.6.5.1. Следует перечислить какие дополнительные отказы во время отдельных повреждений (согласно разделу 3.2.7) нужно принимать во внимание (раздел 3.2.8), и доказать, что при этом не возникнут состояния, представляющие опасность для движения.

7.6.5.2. Следует указать, нужно ли соблюдать условия согласно разделу 3.2.9. Если такие условия имеются, то нужно доказать, что не ожидаются состояния, представляющие опасность для движения.

7.6.5.3. Следует доказать, что имеющиеся одновременно (т.е. в течение времени обнаружения) эквивалентные отказы (в различных каналах обработки информации) или исключены с достаточной степенью вероятности, или они не вызывают состояния, представляющего опасность для движения.

#### 7.6.6. Взаимное влияние рассматриваемых единиц отказов

7.6.6.1. Следует доказать, что рассматриваемые единицы отказов не связаны друг с другом и один отказ устройства не влияет на неправильную работу другого; такое влияние допустимо только при условии достижения определенного безопасного состояния. Кроме того, нужно указать какие рассматриваемые единицы должны быть независимы друг от друга, например, с помощью блок-схемы, и в каких местах по соображениям безопасности необходимо применить технические мероприятия по устранению сопряжения.

7.6.6.2. Если одновременно однородные отказы в многоканальных устройствах обработки информации могут привести к состоянию, угрожающему движению, необходимо доказать, что рассматриваемые объекты (каналы) независимы друг от друга и что эти одновременные отказы не могут быть взаимно предположены.

7.6.7. Обеспечение необратимого перехода к определенному безопасному состоянию.

7.6.7.1. Следует доказать, что после появления отказа устройство или прибор обеспечивают безопасный режим работы и занимают определенное необратимое безопасное состояние и что, как правило, включение как индикации отказа, так и состояний, задерживающих движение, возможно только путем вспомогательных действий.

7.6.7.2. Относительно состояния, задерживающего движение, можно принять следующие принципиальные разграничения:

- блокировка всех функциональных процессов устройства или прибора;



- блокировка функциональных процессов соответствующей поврежденной части устройства;
- отключение всего устройства из участия в процессе;
- отключение соответствующей поврежденной части устройства из участия в процессе.

Если состояние, задерживающее движение, распространяется на часть устройства, то следует определить по отношению к оставшимся в рабочем состоянии частям возможность:

- обеспечения всех требований по безопасности;
- выполнения лишь ограниченной части требований по безопасности.

## **7.7. Испытания на безопасность**

### **7.7.1. Условия для испытаний**

7.7.1.1. Испытания методом имитаций повреждений и отказов не всегда дают возможность точно доказать выполнение всех требований по безопасности.

Путем тестов в рамках испытаний на безопасность можно доказать обеспечение безопасного выполнения определенных функций (включая функциональные процессы в случаях повреждений и отказов).

Испытания на безопасность, если это технически возможно, могут быть проведены совместно с испытаниями на надежность. Детальные указания по проведению испытаний на безопасность должны быть включены в программы испытаний.

7.7.1.2. Испытания на безопасность проводятся при проведении предварительных (лабораторных, заводских) и эксплуатационных испытаний.

Целесообразно испытываемые устройства или приборы включать на параллельную работу с действующими устройствами или приборами.

7.7.1.3. Продолжительность эксплуатационных испытаний на безопасность устанавливается заказчиком.

При определении продолжительности испытаний в необходимых случаях учитывается фактор сезонности.

7.7.1.4. При испытаниях должно быть обеспечено обнаружение всех отказов, их учет и анализ.

7.7.1.5. Во время испытаний на безопасность необходимо имитировать, по возможности, ситуации и воздействия, которые могут возникнуть в реальных условиях, с помощью аттестованных специальных средств испытаний (имитаторов). Имитируемые условия должны быть включены в программу испытаний. Полученные результаты следует регистрировать в протоколах испытаний.

7.7.1.6. Выводы, полученные из ДБ, должны позволять судить о том, что:

- требования, предъявляемые к устройствам СЦБ, заданы корректно и в полном объеме;
- требования, предъявляемые к устройствам СЦБ, в полном объеме и корректно реализованы в технических решениях;

- технические решения не приносят дополнительных негативных свойств относительно первоначальных требований функциональной безопасности;
- представленные доказательства обоснованы и достоверны.
- устройства СЦБ удовлетворяют заданным требованиям функциональной безопасности при соблюдении определенных условий применения.

### ***7.8. Руководство по эксплуатации***

При разработке руководства по эксплуатации следует указывать все условия, которые необходимо соблюдать при эксплуатации и техническом обслуживании устройств СЦБ, с тем, чтобы доказанная безопасность обеспечивалась во время их эксплуатации.

К этим условиям относятся регламент и сроки периодических проверок, допустимые сроки и условия хранения, сроки технического обслуживания, сроки эксплуатации устройств, условия транспортировки, которые разработчик считает необходимыми, а также другие условия эксплуатации.