



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»  
(ОАО «РЖД»)

**РАСПОРЯЖЕНИЕ**

« 10 » декабря 2015 г.

Москва

№ 2894р

**Об утверждении СТО РЖД 08.024-2015 «Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий»**

В целях установления единых требований к характеристикам испытательных импульсных воздействий на устройства ЖАТ, предназначенных для применения при проведении экспериментальной проверки стойкости к атмосферным и коммутационным импульсным перенапряжениям устройств и аппаратуры ЖАТ, утвердить и ввести в действие с 1 января 2016 г. прилагаемый СТО РЖД 08.024-2015 «Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий».

Старший вице-президент  
ОАО «РЖД»

В.А.Гапанович





---

**Стандарт**  
**ОАО «РЖД»**

**СТО РЖД**  
**08.024 –**  
**2015**

---

**УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ  
АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

**ЗАЩИТА ОТ АТМОСФЕРНЫХ И  
КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ**

**Требования к характеристикам испытательных  
импульсных воздействий**

**Москва**

# СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН закрытым акционерным обществом  
«ФОРАТЕК АТ» (ЗАО «ФОРАТЕК АТ»)

2 ВНЕСЕН Управлением автоматики и телемеханики Центральной  
дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Распоряжением  
ОАО «РЖД» от 10.12. 2015 г. № 2894р

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ОАО «РЖД», 2015

Воспроизведение и (или) распространение настоящего стандарта, а также его применение сторонними организациями осуществляется в порядке, установленном ОАО «РЖД».

## Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки .....	2
3	Термины и определения.....	3
4	Обозначения и сокращения .....	9
5	Источники перенапряжения .....	11
5.1	Основные источники перенапряжения.....	11
5.2	Разряды молнии.....	11
5.3	Коммутационные перенапряжения .....	15
5.4	Временное перенапряжение.....	17
5.5	ВПН, вызванные нарушением установленных правил производства работ и содержания технических средств .....	18
5.6	Импульсное перенапряжение, вызванное электростатическими разрядами .....	18
6	Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий..	20
6.1	Импульсы, используемые для испытания устройств защиты от импульсного перенапряжения .....	21
6.2	Уровни допустимых перенапряжений на границах молниезащитных зон .....	25
6.3	Характеристические значения импульсных выдерживаемых напряжений .....	27
7	Точки приложения импульсных воздействий .....	29
	Библиография .....	40

## **Введение**

Необходимость разработки настоящего стандарта обусловлена:

- дальнейшим развитием технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ);
- повышением требований к бесперебойной работе систем управления движением поездов;
- повышением требований к продукции для железнодорожного транспорта, поставляемой ведущими зарубежными фирмами, предприятиями, использующими импортную технику при создании продукции для железнодорожного транспорта;

Настоящий стандарт является составной частью нормативной базы по системе комплексной защиты технических средств и объектов железнодорожной инфраструктуры от воздействия атмосферных и коммутационных перенапряжений.

Характеристики и нормы испытательных импульсных воздействий на устройства ЖАТ приведены в настоящем стандарте на основании данных соответствующих межгосударственных стандартов, национальных стандартов Российской Федерации и нормативных документов ОАО «РЖД», а так же стандартов официально не распространяемых на железные дороги и имеющие рекомендательный характер.

**Стандарт ОАО «РЖД»**

---

**УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ  
АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

**ЗАЩИТА ОТ АТМОСФЕРНЫХ И  
КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ.**

**Требования к характеристикам испытательных  
импульсных воздействий**

---

Дата введения - 2015-12-01

**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), и предназначен для применения при проведении проверки стойкости к атмосферным и коммутационным импульсным перенапряжениям (ПН) устройств и аппаратуры ЖАТ, в условиях специализированных испытательных центров (лабораторий).

Стандарт распространяется на эксплуатируемые, в случае частичной модернизации, проектируемые, разрабатываемые, модернизируемые и приобретаемые для нужд ОАО «РЖД» системы, устройства и аппаратуру ЖАТ, и предназначен для применения подразделениями аппарата управления ОАО «РЖД», филиалами и иными структурными подразделениями ОАО «РЖД».

Применение настоящего стандарта сторонними организациями оговаривается в договорах (соглашениях) с ОАО «РЖД».

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.4-2013 (IEC 61000-4-4:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 50571-4-44-2011 (МЭК 60364-4-44:2007) Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Требования по обеспечению безопасности. Защита от отклонений напряжения и электромагнитных помех

ГОСТ Р 51317.4.12-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51992-2011 (МЭК 61643-1:2005) Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 1. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 55176.4.1-2012 Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 4-1. Устройства и аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 61643-12-2011 Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения

## ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 Менеджмент риска. Защита от молнии.

## Часть 1. Общие принципы

**Примечание** – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Росстандарта в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю, который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины с соответствующими определениями:

**3.1 атмосферные (грозовые) перенапряжения (lightning overvoltage):** Перенапряжение (ПН) от прямых ударов молнии в электроэнергетические установки (высоковольтные линии электроснабжения), тяговую и рельсовую сеть, кабельные линии СЦБ и связи, а также ПН, индуцированные в этих установках (в проводах и рельсах) при разрядах молнии вблизи них.

**3.2 внутренние системы (internal systems):** Электрические и электронные системы, расположенные внутри здания (сооружения).

[ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010, статья 3.1.10]



**3.3 временное перенапряжение сети (ВПН)** (temporary overvoltage of the network): Перенапряжение промышленной частоты относительно большой продолжительности, возникающее в определенном месте сети. ВПН могут быть вызваны повреждениями внутри низковольтной системы, либо внутри высоковольтной системы.

[ГОСТ Р МЭК 61643-12-2011, статья 3.8]

**3.4 главная заземляющая шина (ГЗШ):** Шина, являющаяся частью заземляющего устройства электроустановки до 1 кВ и предназначенная для присоединения нескольких проводников с целью заземления и уравнивания потенциалов.

**3.5 железнодорожная автоматика и телемеханика (ЖАТ):** Подсистема инфраструктуры железнодорожного транспорта, включающая в себя комплекс технических сооружений и устройств сигнализации, централизации и блокировки, обеспечивающих управление движением поездов на перегонах и станциях и маневровой работой.

[ГОСТ Р 55056-2012, статья 136]

**3.6 железнодорожное электроснабжение:** Подсистема инфраструктуры железнодорожного транспорта, включающая в себя комплекс технических сооружений и устройств, обеспечивающих электроснабжение потребляющих электроэнергию подсистем инфраструктуры железнодорожного транспорта, а также электроснабжение тягового подвижного состава на электрифицированных железных дорогах.

[ГОСТ Р 55056-2012, статья 125]

**3.7 защита от молнии (lightning protection); LP:** Комплексная система защиты здания (сооружения) и (или) его электрических и электронных систем от воздействия молнии, которая обычно включает LPS и меры защиты от электромагнитного импульса удара молнии.

[ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010, статья 3.41]

**3.8 заземление:** Преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

[ПУЭ 7-е изд. глава 1.7, п.1.7.28]

**3.9 заземлитель:** Проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

[ПУЭ 7-е изд. Глава 1.7, п.1.7.15]

**3.10 импульсное воздействие:** Импульс тока, напряжения при распространении волны – волна тока, напряжения переходного процесса, распространяющаяся вдоль линии или цепи и характеризующийся быстрым нарастанием и медленным снижением.

**3.11 импульсное перенапряжение (ИПН):** Волна напряжения переходного процесса, распространяющаяся вдоль линии или цепи и характеризующаяся быстрым нарастанием и медленным снижением напряжения.

[ГОСТ 30804.4.30-2013, статья А.4.2.2]

**3.12 импульс тока молнии:** Изменение тока молнии во времени (разряда молнии), имеет форму аperiодического разряда, характеризуется амплитудой импульса, его крутизной и продолжительностью, а также скоростью распространения главного разряда.

**3.13 коммутационные перенапряжения:** Перенапряжения порождаемые переходными процессами, возникающими при изменениях режима работы (пуск, переключения, сброс тяги, подача напряжения), аварийных режимах (короткие замыкания «контактный провод-рельс» в тяговой сети и на электроподвижном составе и т.п.) тяговых электрических сетей и сетей продольного электроснабжения (внешние), а также возникающими в самих элементах систем ЖАТ и связи при их работе (внутренние).

**3.14 концепция** (conceptio): Определенный способ понимания (трактовки, восприятия) какого-либо предмета, явления или процесса, основная точка зрения на предмет, руководящая идея для его систематического освещения, комплекс взглядов, связанных между собою и вытекающих один из другого, система путей решения выбранной задачи.

**3.15 меры защиты от электромагнитного импульса молнии (LEMP protection measures); LPM:** Меры, предпринимаемые для защиты внутренних систем от воздействия электромагнитного импульса удара молнии.

[ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010, статья 3.51]

**3.16 молниезащитная зона, LPZ:** Часть пространства, внутренняя зона объекта, обладающая средствами защиты, характеризуется существенным понижением уровня электромагнитных импульсов от разрядов молнии, по сравнению с частью пространства снаружи (т.е., с зоной внешней среды).

**3.17 система защиты от импульсных перенапряжений (coordinated SPD system):** Набор устройств защиты от импульсных перенапряжений, должным образом подобранных, согласованных и установленных, формирующий систему защиты, обеспечивающую снижение количества отказов электрических и электронных систем.

[ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010, статья 3.54]

**3.18 перенапряжение (ПН) (voltage swell):** Временное возрастание напряжения в конкретной точке электрической системы выше установленного порогового значения.

**3.19 система защиты от перенапряжений:** Совокупность мероприятий и технических средств (устройства заземления, молниеприемники и аппараты защиты), снижающих негативное воздействие перенапряжений на электроустановки.

**3.20 служебно-техническое здание:** Результат строительства, представляющий собой объемную строительную систему, имеющую надземную и (или) подземную части, включающую в себя помещения, сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения и предназначенное для деятельности людей, размещения производства, хранения продукции.

**3.21 сооружение:** Результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.

**3.22 устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП),** (surge protective device) (SPD): Устройство, которое предназначено для ограничения переходных перенапряжений и отвода импульсных токов, которое содержит, по крайней мере, один нелинейный элемент.

[МЭК 61643-1, статья 3.1]

**3.23 уровень защиты от молнии** (lightning protection level, LPL): Число, соответствующее набору значений параметров тока молнии и характеризующее вероятность того, что взаимосвязанные максимальные и минимальные значения параметров конструкции не будут превышены при воздействии молнии.

[ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010, статья 3.39]

**3.24 уравнивание потенциалов:** Электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов.

[ПУЭ 7-е изд. глава 1.7, п.1.7.32]

**3.25 устойчивость системы:** Максимальные значения характеристик воздействующих факторов (импульсных электромагнитных полей, токов, напряжений), при которых значения параметров, определяющих устойчивость функционирования автоматизированной системы в защищенном исполнении, не выходят за пределы, установленные нормативными документами на систему конкретного типа.

**3.26 электромагнитная совместимость технических средств (ЭМС ТС):** способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средством.

[ГОСТ 30372-95, статья 1.1]

## 4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

АВР – автомат ввода резерва;

ЛЭП – линия электропередач;

ВПН – временное перенапряжение;

ВУ – вводное устройство;

ДПР – система «два провода – рельс»;

ДТ – дроссель-трансформатор;

ЖАТ - железнодорожная автоматика и телемеханика;

ЗНОМ - заземляемый однофазный масляный трансформатор напряжения;

ИТ – изолирующий трансформатор;

ИПН – импульсное перенапряжение;

КРУ – комплектное распределительное устройство;

КТП – комплектная трансформаторная подстанция;

КТПО – комплектная трансформаторная подстанция однофазная;

КЯ – кабельный ящик;

МЭК – международная электротехническая комиссия;

ОМ – однофазный масляный трансформатор;

## СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

ПН – перенапряжение;

ПТ – путевой трансформатор;

ПЯ – путевой ящик;

РЛ – рельсовая линия;

РШ – релейный шкаф;

СБЗПу – кабель сигнально-блокировочный с медными жилами, с изоляцией из ПЭ, в утолщенной оболочке из ПЭ с гидрофобным заполнением;

СВ – светофор;

СП – стрелочный привод;

СТ – сигнальный трансформатор;

СТР – стрелочный перевод;

СЦБ – сигнализация, централизация стрелок и сигналов и блокировка;

ТС ЖАТ – техническое средство железнодорожной автоматики и телемеханики;

ТМ – силовой трехфазный трансформатор масляный;

ТС – силовой трехфазный трансформатор сухой;

ТУ – технические условия;

УЗИП устройство защиты от импульсных перенапряжений;

ЭДС – электродвижущая сила;

ЭМО – электромагнитная обстановка;

ЭМС – электромагнитная совместимость;

ЭЦ – электрическая централизация;

ИТ – система электроснабжения, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены;

LPL – уровни защиты от молнии;

LPM (LEMP) – меры защиты от электромагнитного импульса молнии;

LPS – система защиты от молнии;

LPZ – зоны защиты от молнии (молниезащитная зона);

TN система электроснабжения, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;

TT система электроснабжения, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника.

## **5 Источники перенапряжения**

### **5.1 Основные источники перенапряжения**

К основным источникам перенапряжений, которые могут воздействовать на аппаратуру и устройства ЖАТ относятся:

- атмосферные разряды – молнии;
- коммутационные перенапряжения;
- временные перенапряжения;
- импульсные перенапряжения, вызванные электростатическими разрядами;
- перенапряжения, вызванные нарушением установленных правил работ или содержания технических средств;

### **5.2 Разряды молнии**

5.2.1 Параметры токов молнии, в части применения для расчета стойкости к механическим и термическим воздействиям элементов внешней



## СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

и внутренней защиты от молнии, принимают в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 (приложение А).

5.2.2 Установлены четыре уровня защиты (LPL) от I до IV согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 (пункт 8.2).

Для каждого LPL применяют группу параметров, в том числе максимального и минимального тока грозового разряда. Параметры токов молнии, принятые для уровней защиты от молнии согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1, следует применять для расчетов средств и компонентов защиты служебно-технических зданий и сооружений, включая находящихся в них устройства ЖАТ.

5.2.3 Фиксированные максимальные и минимальные параметры тока молнии для проектирования компонентов защиты от молнии и определения параметров, моделирующих воздействие молнии на такие компоненты при испытаниях для зданий, подсистем ЖАТ, электросвязи и электроснабжения следует принимать для уровня защиты от молнии III, согласно концепции комплексной защиты [1].

Применение других уровней защиты (характеризующихся большими или меньшими максимальными токами молнии) должно быть обосновано с учетом последствий отказа аппаратуры, грозовой активности в рассматриваемой местности, размеров (значимости) объекта, а также категории железнодорожной магистрали, интенсивности движения поездов, установленных скоростей движения и т.п.

При решении применения других уровней защиты следует рассматривать уровни надежности молниезащиты, превышающие 0,9 согласно инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [2]. Решение о применении других уровней защиты должно быть основано на определении ожидаемого количества поражений молнией рассматриваемого объекта за весь период эксплуатации, согласно инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и

промышленных коммуникаций [2], инструкции по устройству молниезащиты [3], и ГОСТ Р МЭК 62305-1, и на определении максимального тока молнии и вероятности разряда с таким максимальным током за соответствующий период времени, согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 (Таблицы А.2 и А.3).

5.2.4 Механические и термические действия молнии обусловлены пиковым значением тока  $I$ , полным зарядом  $Q_{\text{полн}}$ , зарядом в импульсе  $Q_{\text{имп}}$  и удельной энергией  $W/R$ . Наибольшие значения этих параметров следует применять для положительных разрядов молнии.

5.2.5 Соотношение полярностей разрядов молнии зависит от географического положения местности. В отсутствие местных данных это соотношение согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1 принимают равным 10 % для разрядов с положительными токами и 90 % для разрядов с отрицательными токами. Указанное соотношение следует использовать при обосновании применения уровней защиты, отличных от уровня III (см. п.5.2.4).

5.2.6 Параметры токов молнии, которые следует применять для нормирования средств защиты от электромагнитных воздействий молнии.

5.2.6.1 Влияния, вызванные индуцированными перенапряжениями, обусловлены крутизной фронта тока молнии. Крутизну оценивают в пределах 30 % и 90 % уровней от наибольшего значения тока. Наибольшее значение этого параметра наблюдается в последующих импульсах отрицательных разрядов. Характеристики испытательных воздействий следует определять на основе параметров первого импульса, исходя из того, что индуцированные напряжения имеют меньшую амплитуду, чем кондуктивные, амплитуды токов последующих компонентов в четыре раза меньше, чем первых, а часть молниевых разрядов имеют только один – первый импульс.

5.2.6.2 Удар молнии может содержать либо единственный импульс тока, либо состоять из последовательности импульсов, разделенных промежутками времени, за которые протекает слабый сопровождающий ток.

## СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

Параметры тока первого импульса существенно отличаются от характеристик последующих импульсов.

5.2.6.3 Данные, характеризующие расчетные параметры импульсов тока первого и последующих импульсов для различных уровней защиты приведены в таблицах 5.1 и 5.2.

Т а б л и ц а 5.1 - Параметры первого импульса тока молнии

Параметр молнии	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Максимум тока $I$ , кА	200	150	100
Длительность фронта $T_1$ , мкс	10	10	10
Время полуспада $T_2$ , мкс	350	350	350
Заряд в импульсе $Q_{\text{сум}}^*$ , Кл	100	75	50
Удельная энергия в импульсе $W/R^{**}$ , МДж/Ом	10,0	5,6	2,5
* Поскольку значительная часть общего заряда $Q_{\text{сум}}$ приходится на первый импульс, полагается, что общий заряд всех коротких импульсов равен приведенной величине.			
** Поскольку значительная часть общей удельной энергии $W/R$ приходится на первый импульс, полагается, что общая энергия всех коротких импульсов равна приведенной величине.			

Т а б л и ц а 5.2 - Параметры последующего импульса тока молнии

Параметр молнии	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Максимум тока $I$ , кА	50	37,5	25
Длительность фронта $T_1$ , мкс	0,25	0,25	0,25
Время полуспада $T_2$ , мкс	100	100	100
Средняя крутизна $di/dt$ , кА/мкс	200	150	100

5.2.6.4 Параметры длительного тока, в промежутках между импульсами, для служебно-технических зданий и сооружений для различных уровней защиты приведены в таблице 5.3.

Т а б л и ц а 5.3 - Параметры длительного тока молнии в промежутке между импульсами

Параметр молнии	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Заряд Qдл, Кл	200	150	100
Длительность T, с	0,5	0,5	0,5

5.2.6.5 Основной параметр грозового разряда — это максимальная амплитуда тока молнии. Его значение в каждом конкретном случае имеет вероятностный характер и может находиться в диапазоне от нескольких десятков кА до нескольких сотен кА. Значения токов молнии, превышающие 200 кА, для условий Российских железных дорог имеют низкую вероятность и при нормировании характеристик импульсных воздействий на устройства ЖАТ, в настоящем стандарте не установлены.

5.2.6.6 Наиболее вероятные амплитуды токов молнии установлены в диапазоне от 10 до 40 кА, поскольку более 50% молний имеют токи в этом диапазоне, согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 (Таблица А.3).

Однако, учитывая особую роль устройств ЖАТ в обеспечении безопасности движения поездов, при обосновании выбранных средств защиты и нормирования характеристик импульсных испытательных воздействий на устройства и приборы ЖАТ подлежит использовать набор параметров молнии, соответствующих уровню защиты от молнии III (максимальному току 100 кА).

### 5.3 Коммутационные перенапряжения

5.3.1 Коммутационное перенапряжение является разновидностью импульсных помех, вызванных коммутацией электрических цепей.

Любое резкое изменение состояния системы, например, включение/отключение может инициировать затухающие колебания с высокой частотой, которые исчезнут только тогда, когда система опять стабилизируется до исходного состояния.

5.3.2 Максимальное коммутационное напряжение главным образом определяется моментом замыкания прерывателя (контакта) электрической цепи относительно фазы напряжения в системе питания электрической цепи. Наивысшее высокочастотное перенапряжение возникает, если прерыватель замыкается при максимальном мгновенном значении напряжения питания цепи или размыкается при максимальном мгновенном значении тока в цепи.

Импульсы перенапряжения возникают и при коммутации индуктивных нагрузок, таких как трансформаторы, реле, электродвигатели, а также емкостных нагрузок.

Прерывание рабочих токов и токов коротких замыканий, например, в сети электроснабжения, также вызывает высокое перенапряжение. Как и в случае перенапряжения, вызванного коммутацией прерывателя, в этом случае пиковая амплитуда также зависит от величины напряжения питания в момент переключения. Форма сигнала перенапряжения представляет собой затухающую волну.

5.3.3 Скорость нарастания напряжения при коммутациях, как правило, составляет порядка нескольких кВ/мкс, тогда как переходный процесс затем может измеряться временем от микросекунд до миллисекунд.

Продолжительность времени коммутационных импульсов перенапряжения намного превышает длительность импульсов грозовых разрядов, но пиковое напряжение значительно ниже.

Пиковое значение определяется амплитудно-частотной характеристикой низковольтной системы, индуктивностью и емкостью цепи, типом переключения (включение/отключение, контактный прерыватель или предохранитель) и типами нагрузки.

5.3.4 Нормы коммутационных перенапряжений (ПН) в части наносекундных импульсных помех устанавливают согласно ГОСТ Р 55176.4.1 (требования к уровням испытательных воздействий) и ГОСТ 30804.4.4 (требования к методам испытаний).

## 5.4 Временное перенапряжение

5.4.1 ВПН следует рассматривать как перенапряжение промышленной частоты относительно большой продолжительности, согласно ГОСТ Р МЭК 61643-12.

ВПН может быть вызвано различными явлениями, связанными либо с нарушением норм качества электроэнергии питающих сетей, либо с вынужденными режимами, например, коротким замыканием электрических цепей, в том числе и в электротяговой сети.

ВПН в этом случае необходимо рассматривать как результат электромагнитного влияния повышенных токов короткого замыкания.

5.4.2 ВПН следует отличать от других типов импульсного перенапряжения из-за большей длительности и действия с частотой напряжения системы питания электрической цепи, в отличие от коммутационных импульсов, возникающих при включении/отключении электрической цепи и имеющих высокую частоту возникающего импульса.

5.4.3 Перенапряжение короткой длительности (не более нескольких секунд) считается выбросами, и оно отличается от общего понятия ВПН.

5.4.4 Уровень временного перенапряжения в системах электропитания зависит от способов заземления нулевого провода, а также типа и расположения короткого замыкания, вызывающего ВПН.

Параметры временного перенапряжения при различных типах заземления, в соответствии с ГОСТ Р 50571-4-44, приведены в таблице 5.4.

## СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

Т а б л и ц а 5.4 - Временное перенапряжение при различных типах заземления нулевого провода

Возникновение ВПН	Система	Максимальные значения ВПН	Примечание
Между фазовым проводом и землей	ТТ, IT	1200 В + Uref, в течение до 5 с	Предельные значения при коротком замыкании в высоковольтной сети (выше 1 кВ)
		250 В + Uref, в течение более 5 с	
Между нулевым проводом и землей	ТТ, IT	1200 В, в течение до 5 с	
		250 В, в течение более с	
Между фазовым проводом и нулевым проводом	ТТ, TN	$\sqrt{3} \cdot U_{ref}$	Значение относится к потерям нулевого провода в низковольтной сети
Между фазовым проводом и землей	IT	$\sqrt{3} \cdot U_{ref}$	Значение относится к случайному заземлению фазного проводника в низковольтной сети
Между фазовым проводом и нулевым проводом	ТТ, IT и TN	1,45 · Uref в течение до 5 с	Значение относится к короткому замыканию между фазным и нулевым проводом
Примечание – Uref-эффективное значение рабочего напряжения			

### 5.5 ВПН, вызванные нарушением установленных правил производства работ и содержания технических средств

Причиной таких перенапряжений является несанкционированное либо вызванное неправильной эксплуатацией подключение (проникновение) к электрическим цепям устройств ЖАТ источников электроэнергии большой мощности и уровней, в том числе, электрического тягового тока.

Параметры испытательных воздействий таких ВПН не нормированы.

### 5.6 Импульсное перенапряжение, вызванное электростатическими разрядами

5.6.1 Разность потенциалов электростатических зарядов окружающих нас предметов создает электрическое поле, характеризуемое ЭДС. Когда величина ЭДС достигает значения, достаточного для создания сплошного

токопроводящего канала внутри электрического поля, наблюдается явление электростатического разряда (пробоя).

При приближении или касании человеком, несущим на себе электростатический заряд, заземленных технических средств ЖАТ, также происходит электростатический разряд, как правило, сопровождаемый искрением.

5.6.2 Согласно ГОСТ 30804.4.2 электростатическое напряжение и ток разряда имеют импульсный характер со временем нарастания порядка нескольких наносекунд и продолжительностью около 0,1 мкс.

Пиковый ток может составлять несколько десятков ампер, а пиковое напряжение может достигать нескольких десятков киловольт.

Форма импульсного тока электростатического разряда согласно ГОСТ 30804.4.2 изображена на рисунке 1.

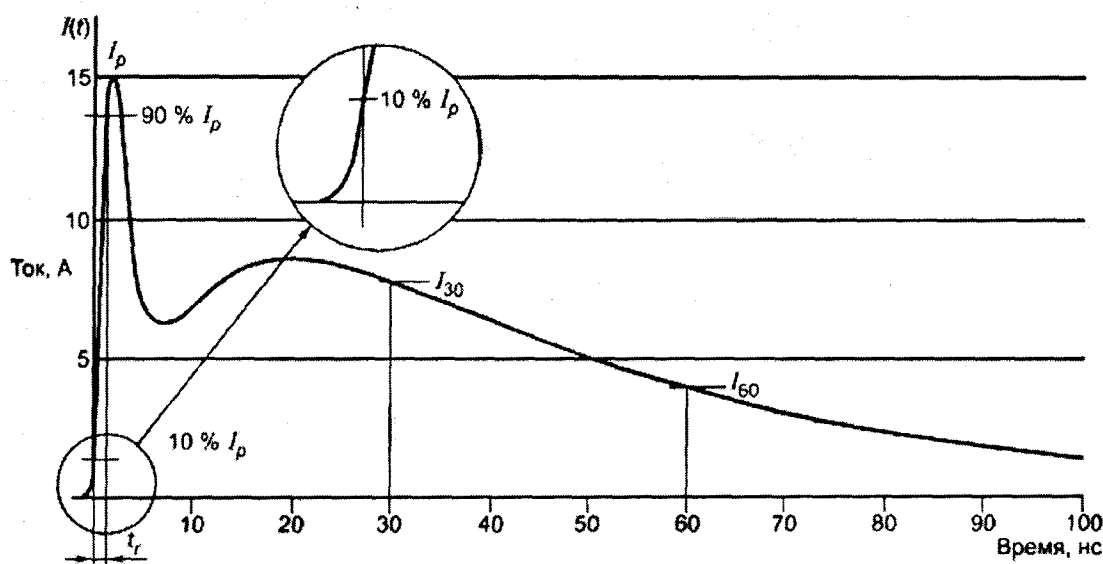


Рисунок 1- Импульсный ток электростатического разряда

5.6.3 Напряжение электростатического разряда между телом человека и заземленными конструкциями (например, заземленным шкафом для размещения электронного оборудования или стativом) зависит от материала напольного покрытия, материала используемой в помещении мебели, а также от материала одежды и обуви человека и от влажности воздуха в помещении.



Согласно методическим указаниям по обеспечению ЭМС [4] наличие синтетического напольного покрытия может приводить к возникновению напряжения электростатического разряда от 8 до 30 кВ.

## **6 Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий**

- Выбор параметров и характеристик испытательных импульсных воздействий для комплексных испытаний систем ЖАТ, имеющих в своем составе, в том числе и устройства защиты от импульсных воздействий, следует применять исходя из:

- а) нормируемых параметров токов молнии в зависимости от уровня защиты (Таблица 5-1);

- б) принятой в случае отсутствия точных расчетов, структурой распределения тока молнии (согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1) между заземлением (50%) и главной заземляющей шиной, с подключенными к ней УЗИП (50%);

- Минимальные значения тока  $I_{imp}$ , которыми должно обладать УЗИП согласно типу сети электропитания составляют:

- а) трехфазные системы ТТ, TN-S, IT (с нулевым проводом)  $100\text{кА} \cdot 50\% / 4 \text{ провода} = 12,5 \text{ кА/провод}$ ;

- б) трехфазные системы TN-C, IT (без нулевого провода)  $100\text{кА} \cdot 50\% / 3 \text{ провода} = 17 \text{ кА/провод}$ ;

- с) однофазная система ТТ, TN-C, IT:  $100 \text{ кА} \cdot 50\% / 2 \text{ провода} = 25 \text{ кА/провод}$ .

- Минимальный ток удара молнии (Таблица 5.1) составляет 100 кА.

## 6.1 Импульсы, используемые для испытания устройств защиты от ИПН

6.1.1 В качестве стандартных импульсов для испытания стойкости устройств защиты от ИПН, применяемых для защиты устройств и аппаратуры ЖАТ, к грозовым ИПН следует применять однополярные импульсы напряжения 1,2/50 мкс, импульсы тока 10/350 мкс и 8/20 мкс, а также комбинированные импульсы напряжения 1,2/50 мкс и тока 8/20 мкс.

6.1.2 Защиту от импульсных токов и ПН выполняют на основе принципа ступенчатого построения схем защиты. Защиту от ИПН устройств ЖАТ, выполняют тремя классами УЗИП (соответствующими, как правило, границам молниезащитных зон) согласно ГОСТ Р МЭК 61643-12, в котором описаны схемы установки УЗИП и применение УЗИП в рамках зонной концепции, и ГОСТ Р 51992, в котором определены классы УЗИП:

- Класс I: задача этого класса заключается в защите от прямого и непрямого попадания молнии.

Для испытания устройств защиты этого класса следует использовать испытательный импульс с временной характеристикой 10/350 мкс.

- Класс II: задача этого класса заключается в защите приборов ЖАТ от вторичных влияний электромагнитного поля тока молнии и подавления остаточных напряжений после устройств защиты класса I.

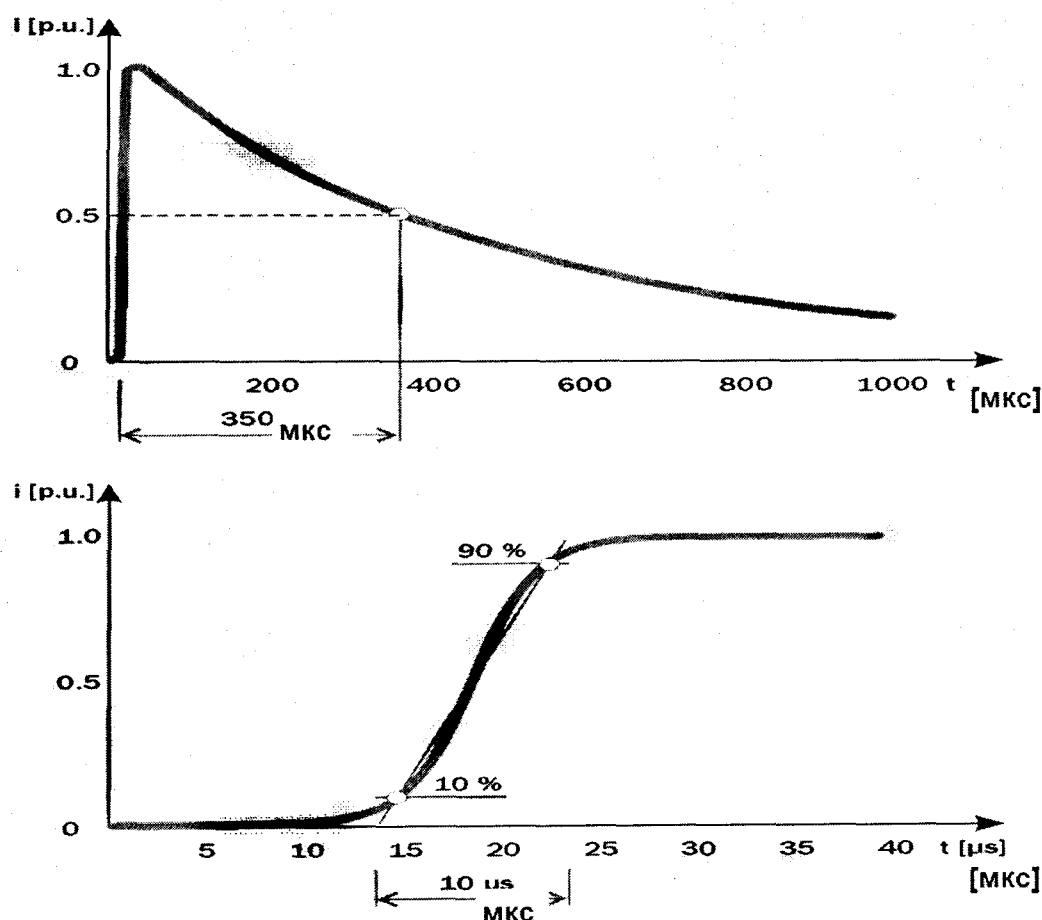
Для испытания устройств защиты класса II используют испытательный импульс с временной характеристикой 8/20 мкс.

- Класс III: задача этого класса заключается в защите приборов ЖАТ от ИПН, возникающих между электрической схемой его включения и защищаемым прибором (оборудованием).

Задачей устройств класса III также является защита приборов ЖАТ от коммутационного перенапряжения и подавление остаточного напряжения после устройств классов I и II.

Для испытания устройств защиты класса III используют комбинированную волну напряжения и тока с временными характеристиками 1,2/50 и 8/20 мкс.

6.1.3 Стандартная форма импульса тока молнии 10/350 мкс изображена на рисунке 2. Стандартная форма импульса тока 8/20 мкс изображена на рисунке 3. Стандартная форма импульса напряжения молнии 1,2/50 мкс изображена на рисунке 4.



Верхний график – форма импульса; нижний график – фронт импульса

Рисунок 2 - Стандартная форма импульса тока молнии 10/350 мкс

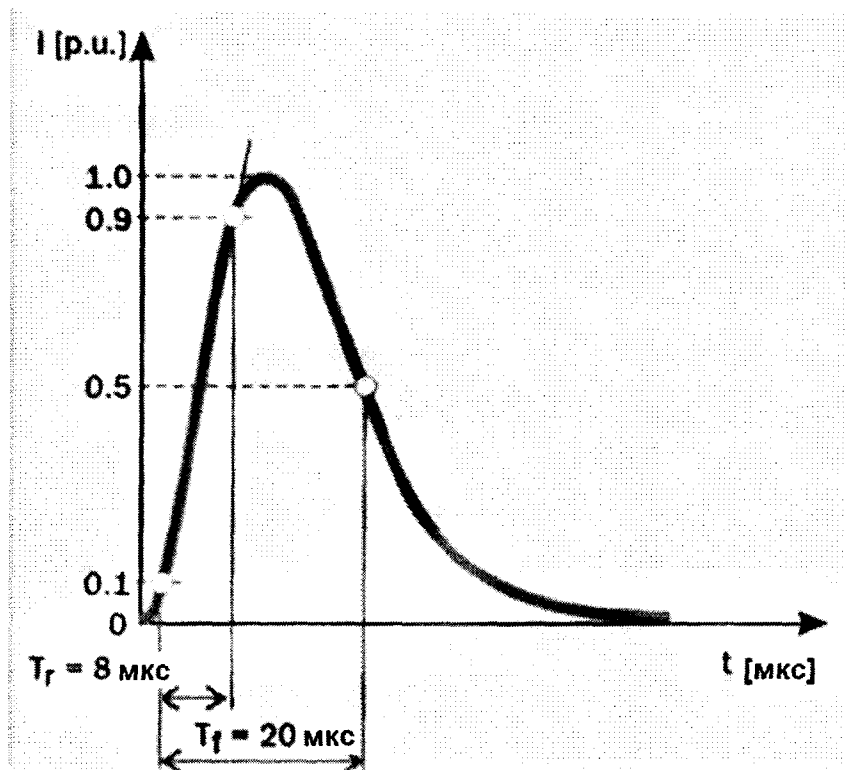


Рисунок 3 - Стандартная форма импульса тока 8/20 мкс

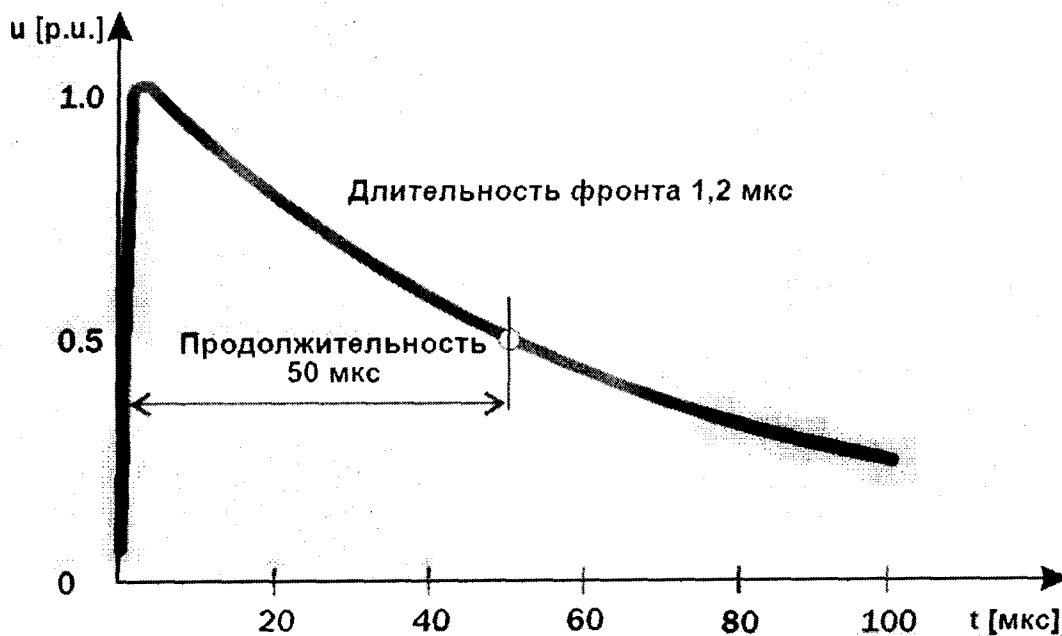


Рисунок 4 - Стандартная форма импульса напряжения молнии 1,2/50 мкс

На рисунках 2-4 значение 10/350 мкс, 8/20 мкс или 1,2/50 обозначает время нарастания импульса 10, 8 или 1,2 мкс и время спада 350, 20 или

50 мкс. Последнее значение определяет время, требуемое для снижения тока/напряжения до половины пикового значения.

6.1.4 Соотношение между импульсами тока 8/20 и 10/350 изображено на рисунке 5, а соотношение заряда  $Q$  между  $I_{\max}$  (8/20) и  $I_{\text{imp}}$  (10/350) изображены на рисунке 6.



Рисунок 5 - Соотношение между импульсами тока 8/20 и 10/350

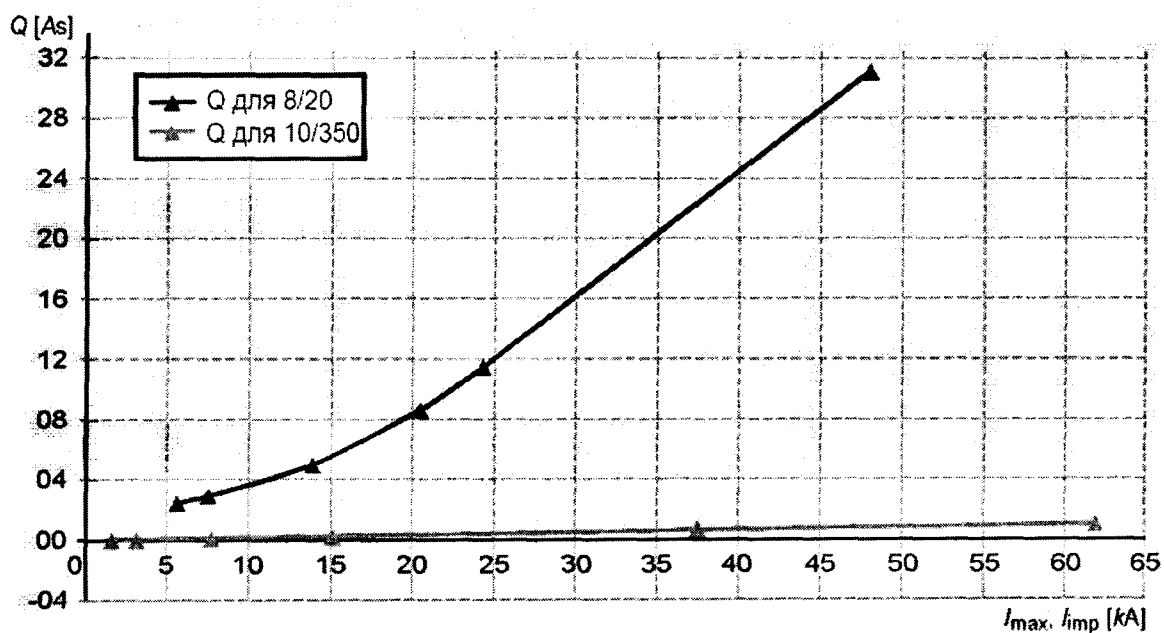


Рисунок 6 - Соотношение заряда  $Q$  между  $I_{\max}$  (8/20) и  $I_{\text{imp}}$  (10/350)

## 6.2 Уровни допустимых перенапряжений на границах LPZ

6.2.1 Основным местом проникновения ПН к защищаемым устройствам ЖАТ, находящимся в служебно-технических зданиях и сооружениях, являются точки подключения внешних источников питания и кабельных линий уходящих к внешним (напольным) устройствам контроля или управления. Как правило, местом подключения являются клеммы вводов электропитания, трансформаторов и кроссовых статов или шкафов.

Изделия, на которых происходит соединение кабельных линий и внутреннего монтажа устройств ЖАТ, являются, как правило, точками разделения LPZ, на которые прикладывается максимальное значение ПН, приходящее на защищаемые устройства. Эти границы зон характеризуют максимальные уровни ПН, согласно ГОСТ Р 50571-4-44, соответствующие уровням стойкости к импульсным напряжениям оборудования (защищаемых устройств и аппаратуры ЖАТ, а также кабелей), находящихся в соответствующих молниезащитных зонах. Величины устойчивости к ИПН указывают в ТУ конкретного оборудования.

В таблице 6.1 приведены стандартизированные величины уровней к ИПН для различных категорий, LPZ и мест установки УЗИП в объекте.

Поясняющая схема LPZ приведена на рисунке 7 согласно концепции комплексной защиты [1].

Т а б л и ц а 6.1- Стандартизированные величины уровней выдерживаемого импульсного перенапряжения

Категория ПН (молниезащитная зона LPZ)	Уровень выдерживаемого ИПН (кВ)	Место установки
IV ( $O_A/O_B$ )	6.0	Точки подключения устройств электропитания (фидеров)
III (1)	4.0	Внутренние распределительные сети
II (2)	2.5	Внутренние шины электропитания
I (3)	1.5	Входные клеммы защищаемого устройства
П р и м е ч а н и е – данные приведены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571-4-44-2011 (Таблица 44В)		

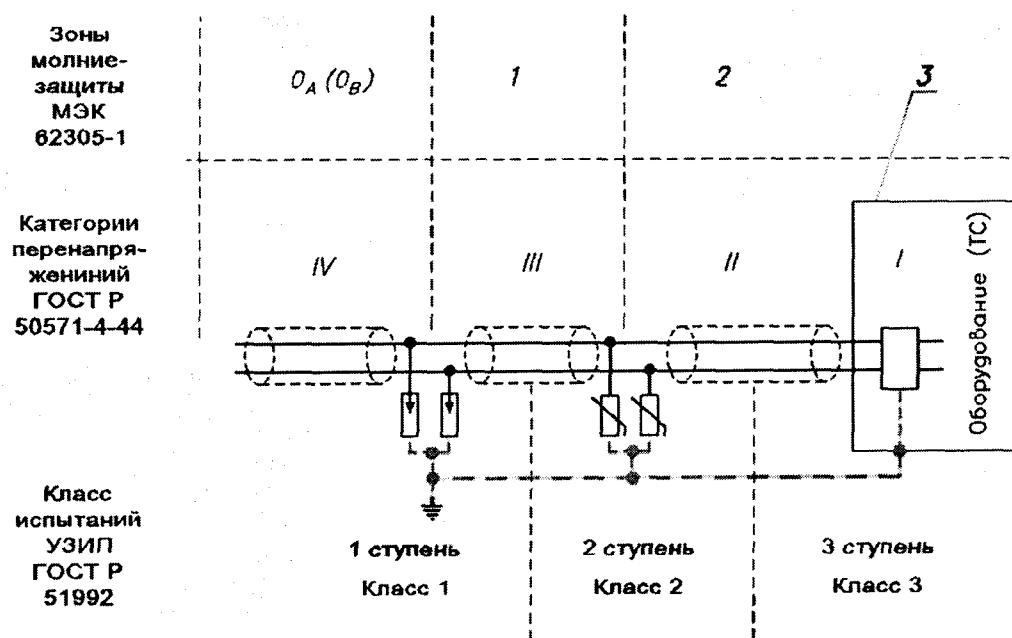


Рисунок 7 – Молниезащитные зоны, соответствующие категориям перенапряжений

6.2.2 Минимальный требуемый уровень защиты принимают сравнением величины стойкости к ИПН конкретного устройства или прочности изоляции кабелей с нормируемым параметром ПН. Указанный

уровень защиты представляет исходное значение в процессе проектирования системы защиты ЖАТ от перенапряжения.

6.2.3 Последующие расчеты основываются на принятом значении. Это означает, что при превышении нормируемого уровня ПН, значения устойчивости к ИПН конкретного устройства или прочности изоляции кабелей, следует принимать решение о необходимости усиления изоляции или установке дополнительной защиты. Эти расчеты характеризуют реальную чувствительность защищаемых приборов и устройств ЖАТ к ИПН.

### 6.3 Характеристические значения импульсных выдерживаемых напряжений

6.3.1 Характеристические значения импульсных выдерживаемых напряжений устройств ЖАТ в зависимости от напряжения цепей питания (согласно ТУ на оборудование) приведены в таблице 6.2.

Т а б л и ц а 6.2 - Требования к стойкости оборудования к импульсным напряжениям.

Напряжение цепей питания, В	Требуемая стойкость к импульсным напряжениям по схеме «провод-земля», В. Категории импульсных выдерживаемых напряжений (LPZ)			
	I (3)	II (2)	III (1)	IV (O <sub>A</sub> /O <sub>B</sub> )
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

6.3.2 Характеристики испытательных импульсных воздействий, используемые при комплексных испытаниях оборудования систем ЖАТ,



## СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

приведены в таблице 6.3. Амплитуды импульса тока, приведенные в таблице 6.3, соответствуют суммарным токам, воздействующим при испытаниях на весь испытываемый комплекс оборудования (включая УЗИП). Указанные амплитуды соответствуют максимальному току молнии равному 100 кА (соответствующему уровню защиты от молнии III).

Т а б л и ц а 6.3-Характеристики испытательных импульсных воздействий, используемых при комплексных испытаниях оборудования систем ЖАТ

Характеристики объекта испытания	Амплитуда импульса тока, I <sub>имп</sub> кА	Форма импульса тока, мкс	Места приложения испытательных воздействий относительно общего заземления испытательного стенда
1 Воздушный ввод в здание кабеля электропитания (проходящего в зоне ОА) <sup>1</sup>	30	10/350	Клеммы подключения жил кабеля
2 Кабельный ввод электропитания в здание (сооружение) <sup>1</sup>	25	10/350	Клеммы подключения жил кабеля
3 Оборудование рельсовых цепей со стороны рельсов.	25	10/350	Рельс макета рельсовой цепи
4 Оборудование управления стрелочным электроприводом	25	10/350	Корпус электропривода
5 Оборудование управления светофором	25	10/350	Мачту (корпус) или фоновый щит светофора
6 Вводы кабельных линий аппаратуры рельсовых цепей в здание (помещение) <sup>2</sup>	2,5	10/350	Клеммы подключения жил кабеля
7 Вводы кабельных линий управления и контроля в здание, электропитания и связи в РШ <sup>2</sup>	2,5	10/350	Клеммы подключения жил кабеля
8 Внутренняя кабельная сеть здания длиной более 10 метров	3	8/20	Клеммы подключения жил кабеля
9 Порты ТС ЖАТ, размещенных в аппаратной, релейном помещении или на полках РШ	В соответствии с ГОСТ Р 55176.4.1		—

<sup>1</sup> - В расчете на многопроводный кабель, при расчете на один провод (фазу, жилу) пользоваться формулой: I<sub>расч.</sub> = 1,2 \* (I<sub>н</sub>/n), где n – количество используемых проводов кабеля.

<sup>2</sup> - Испытания проводят напряжениями в соответствии с таблицей 6.2.

6.3.3 Средняя наиболее вероятная амплитуда импульсного тока в канале разряда молнии, по данным статистических исследований, согласно ГОСТ Р МЭК 62305-1, близка к значению 30 кА. На основании расчетных

данных, имеющих экспериментальное подтверждение, установлено, что стойкость жилы типового кабеля типа СБЗПу сечением  $1\text{мм}^2$ , применяемого для систем железнодорожной автоматики и телемеханики, соответствует величине амплитуды 17 кА.

6.3.4 Уровни защитного напряжения УЗИП должны быть скоординированы с импульсным выдерживаемым напряжением защищаемого оборудования разных классов и максимальным длительно допустимым напряжением (таблицы 6.1- 6.3).

6.3.5 Требования к характеристикам испытательных воздействий (кроме тех, которые относятся к грозовым перенапряжениям), используемым при проведении испытаний на проверку соответствия технических средств ЖАТ требованиям по обеспечению ЭМС в части устойчивости к внешним электромагнитным помехам различных видов, определяют по ГОСТ Р 55176.4.1.

6.3.6 При проектировании конкретного объекта с оборудованием ЖАТ максимальные расчетные амплитуды токов, воздействующие на оборудование, устанавливают в зависимости от принятого для конкретного объекта значения максимального тока молнии, характеристик объекта, его систем заземления, молниезащиты. На основе указанных расчетов выбирают параметры устройства защиты, в том числе параметры УЗИП. При этом максимальные токи, которые должны выдерживать УЗИП, устанавливаемые на конкретном объекте, могут отличаться от приведенных в таблице 6.3 в большую или меньшую сторону, пропорционально принятому максимальному току молнии.

## **7 Точки приложения импульсных воздействий**

7.1 ПН проникают в устройства ЖАТ, как правило, следующими путями:

## СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

- по линиям электроснабжения устройств ЖАТ;
- по линиям сопряжения с напольными и другими устройствами на станции (рельсовые цепи, сигналы, стрелочные электроприводы) и перегоне (рельсовые цепи, сигналы, провода извещения);
- по цепям заземления и как результат действия внешнего электромагнитного поля.

7.2 На рисунках 8-16 изображены схемы распределения зон импульсных воздействий, показаны места ввода испытательных импульсных воздействий в системы ЖАТ с указанием расположения элементов системы в выделенных LPZ. Классификация LPZ приведена в соответствии с ГОСТ Р 62305-1.

На рисунках 8-10 представлены схемы для станционных систем, а на рисунках 11 – 16 для перегонных, при разных видах тяги поездов. Импульсные воздействия подаются в провод относительно земли.

7.3 Испытываемые согласно схемам на Рисунках 8-16 токопроводящие вводы устройств ЖАТ должны быть оборудованы соответствующими устройствами защиты, допущенными для применения в ОАО «РЖД».

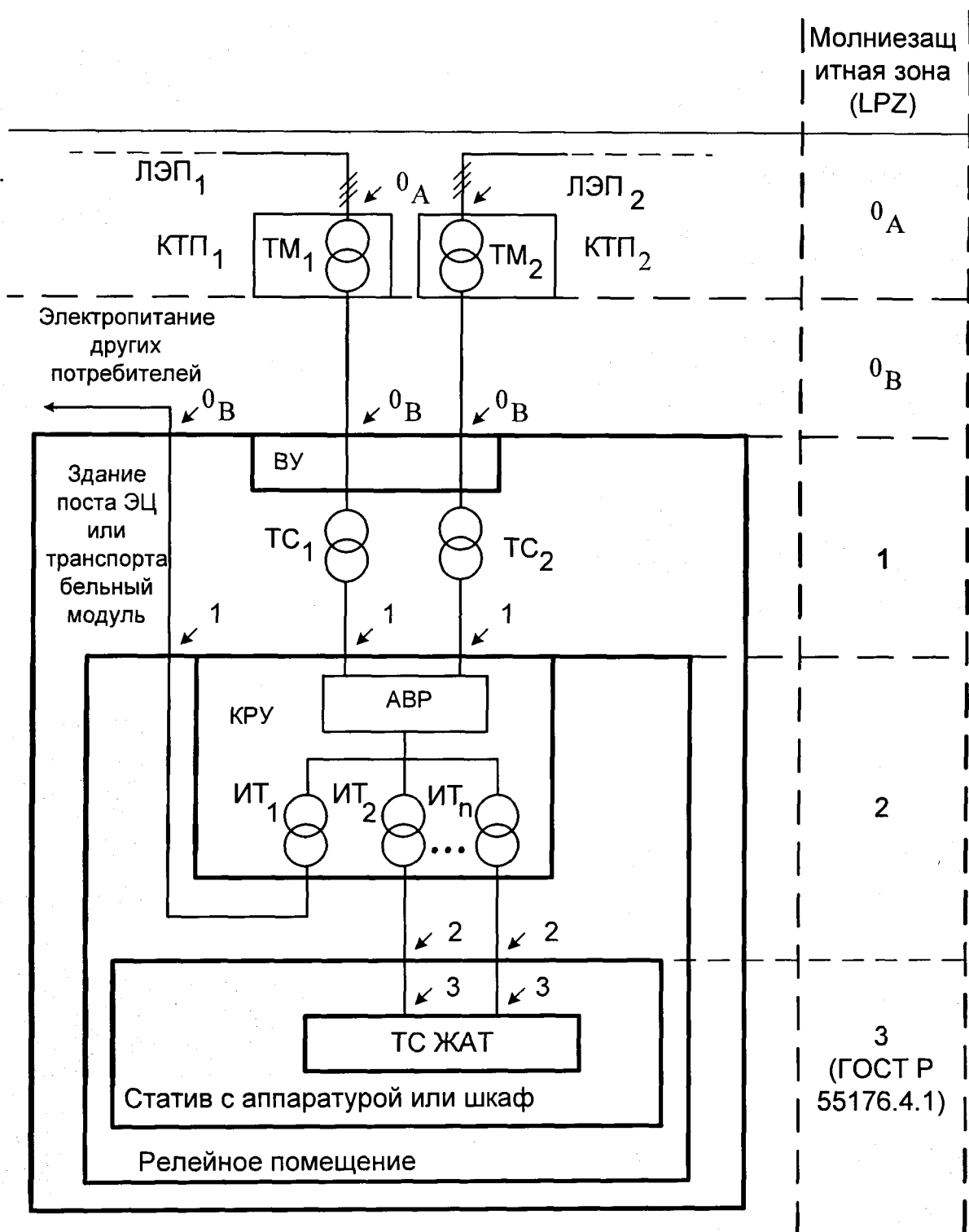


Рисунок 8 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи питания поста ЭЦ при автономной и электротяге поездов

# СТО РЖД 08.024-2015

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

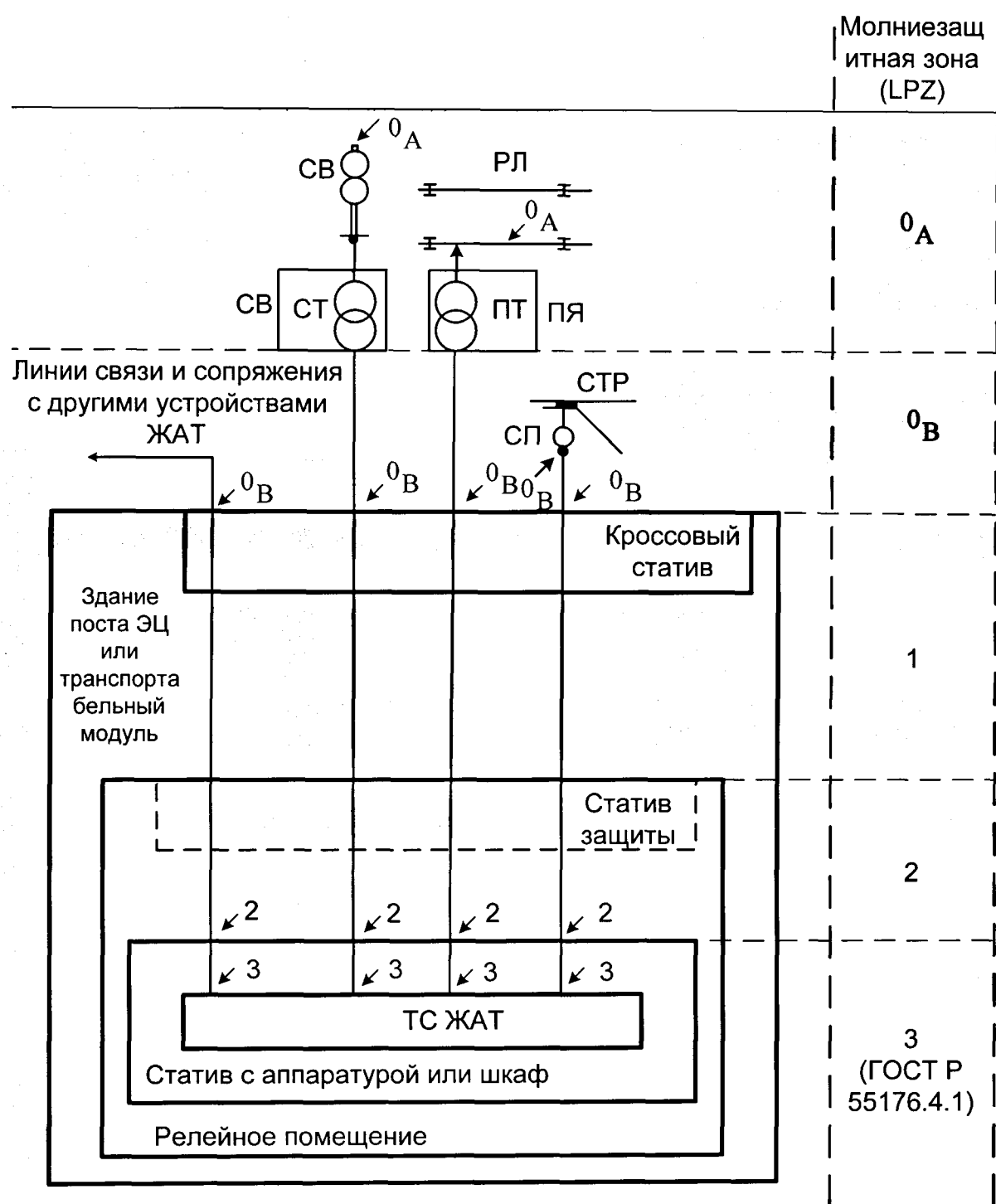


Рисунок 9 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи кабельного ввода в здание поста ЭЦ при автономной тяге поездов

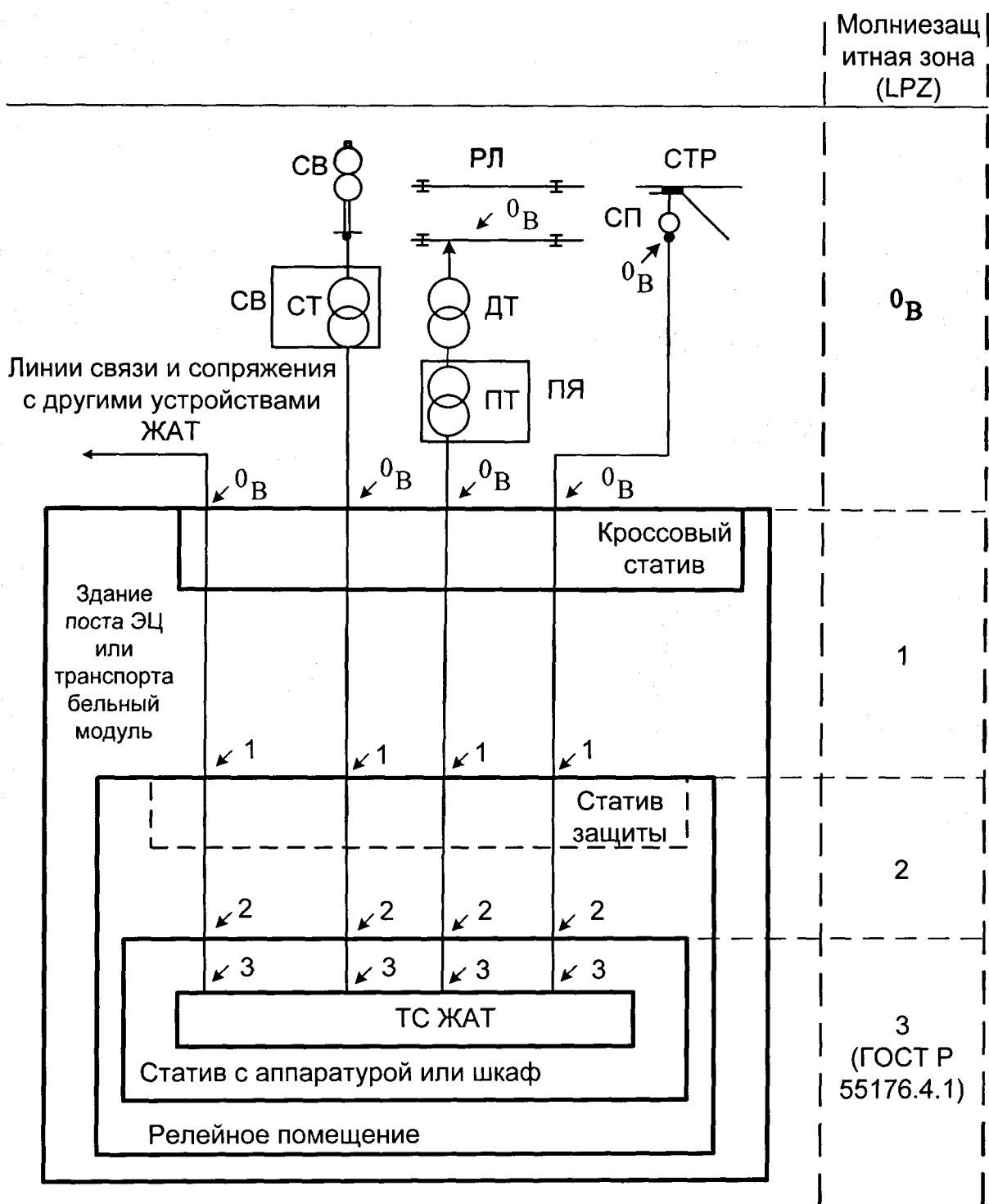


Рисунок 10 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи кабельного ввода в здание поста ЭЦ при электрической тяге поездов

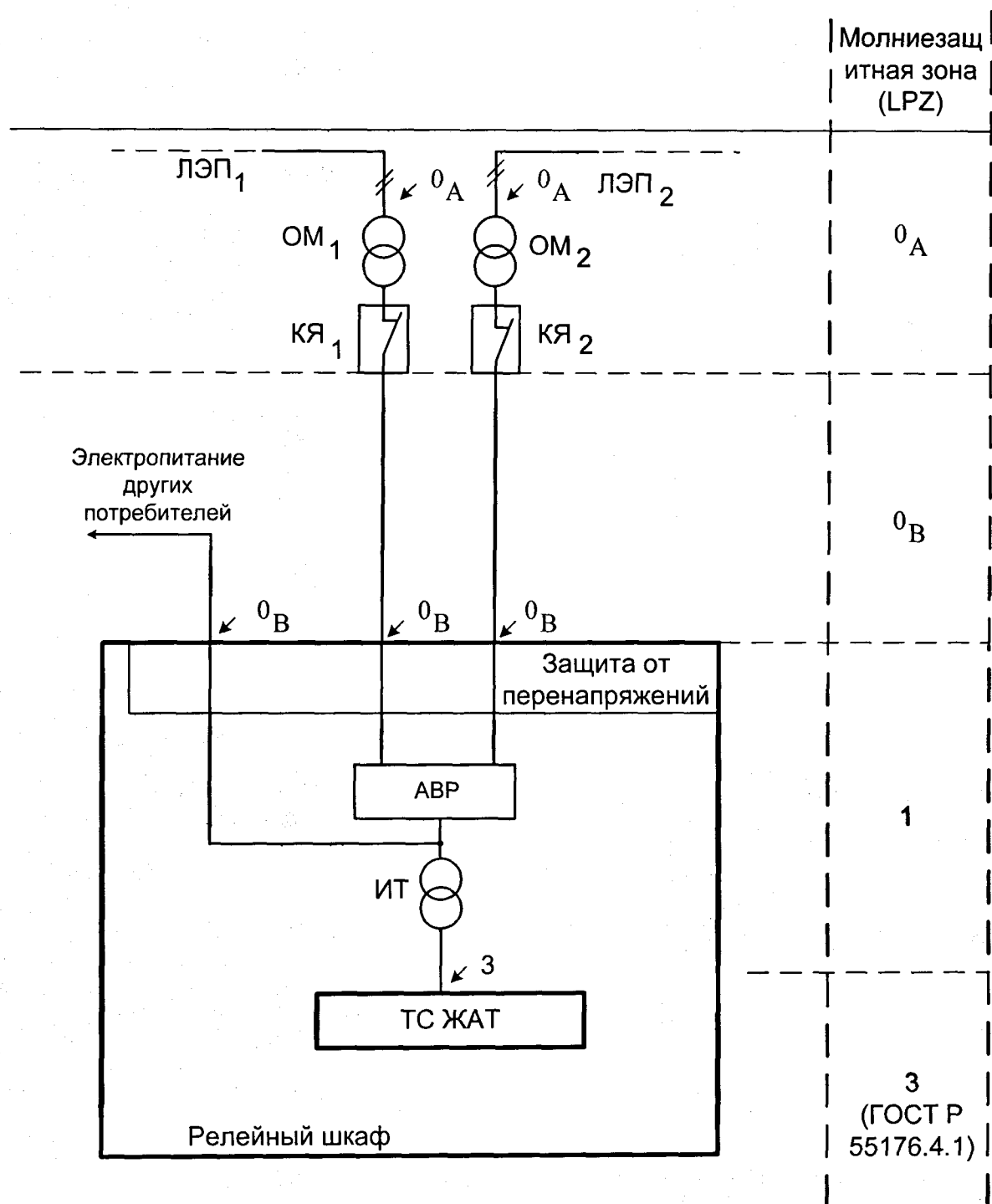


Рисунок 11 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи питания релейного шкафа устройств ЖАТ при автономной тяге поездов

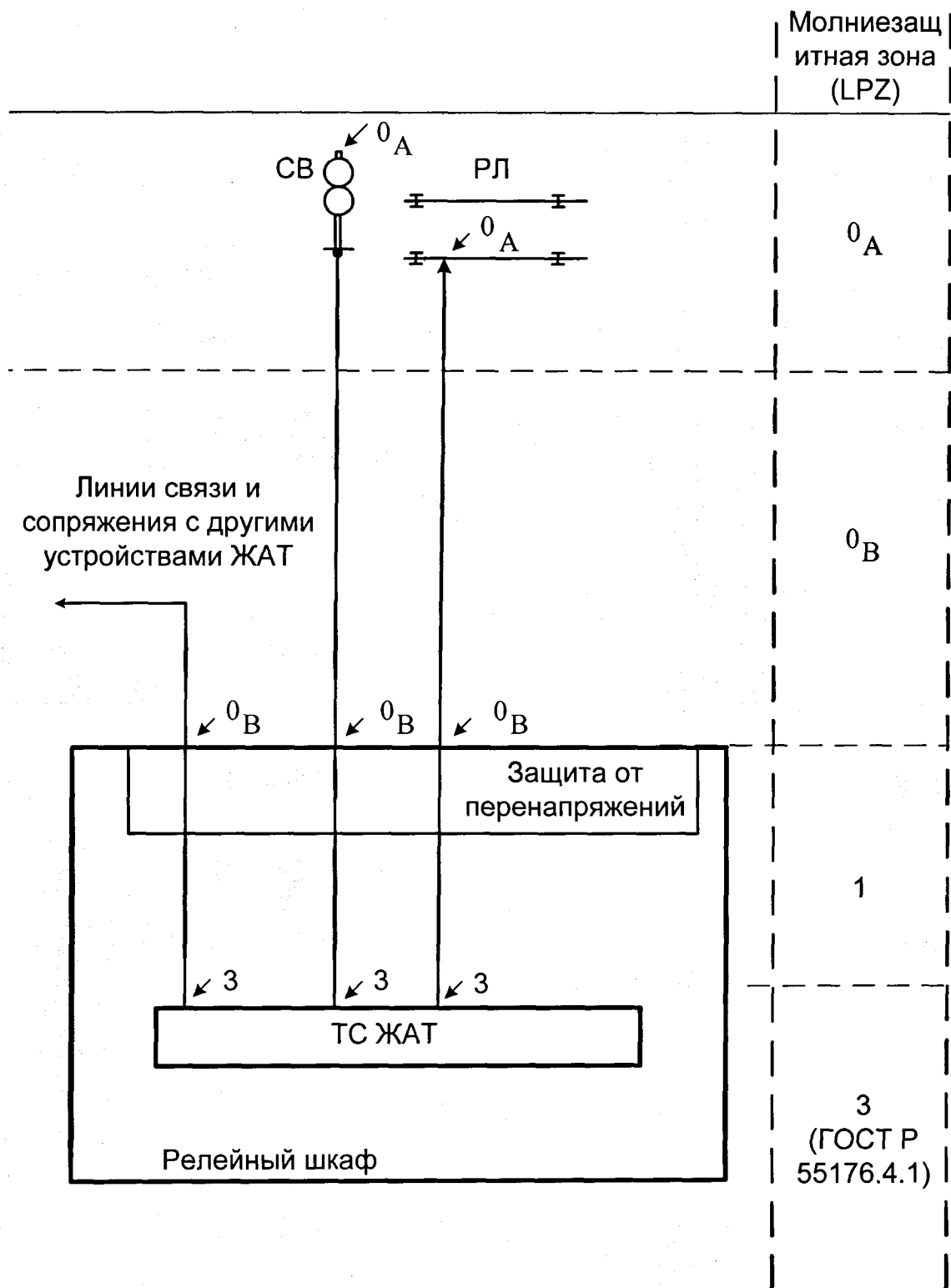


Рисунок 12 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи соединительных линий релейного шкафа устройств ЖАТ при автономной тяге



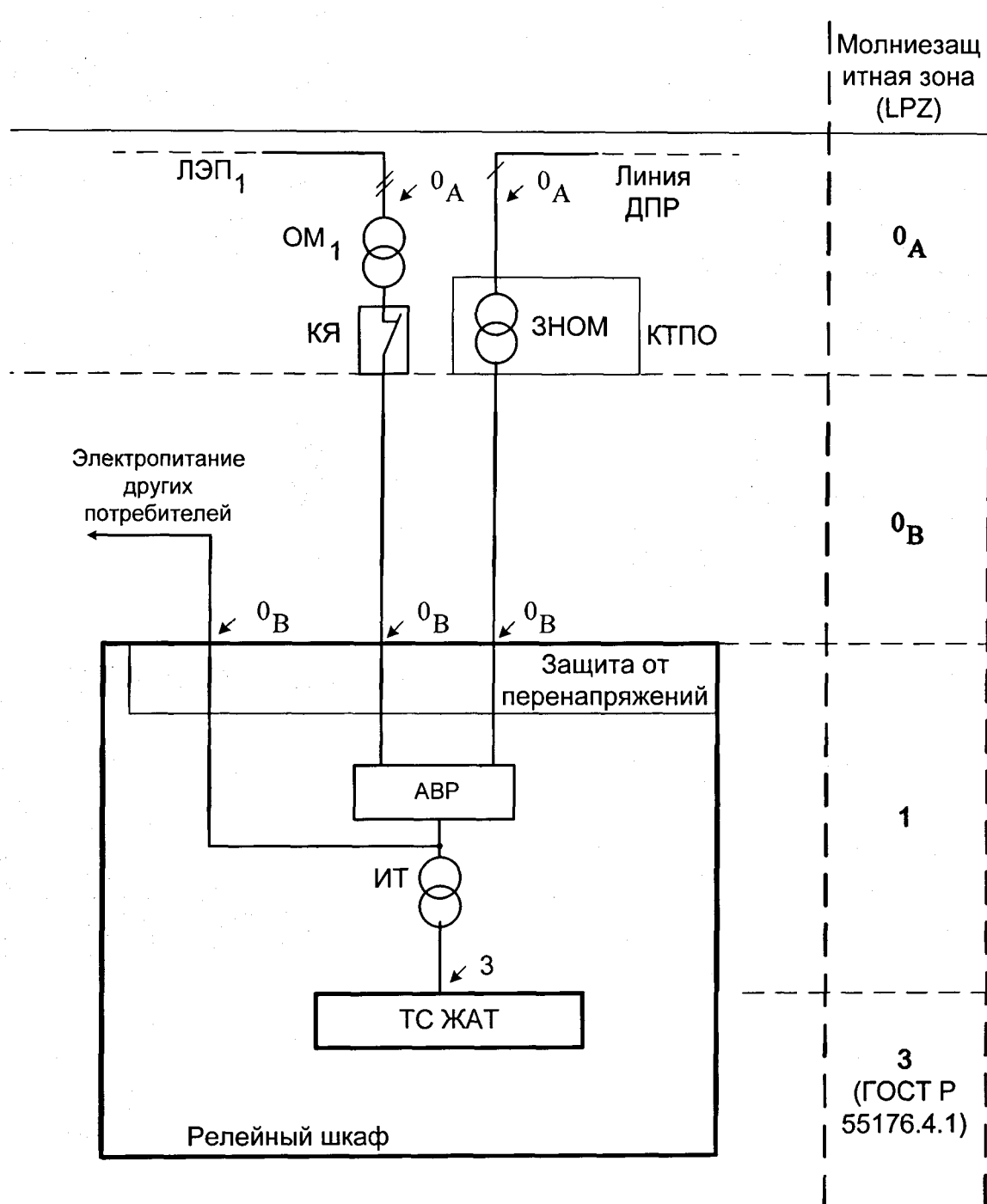


Рисунок 13 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи питания релейного шкафа устройств ЖАТ при электротяге поездов

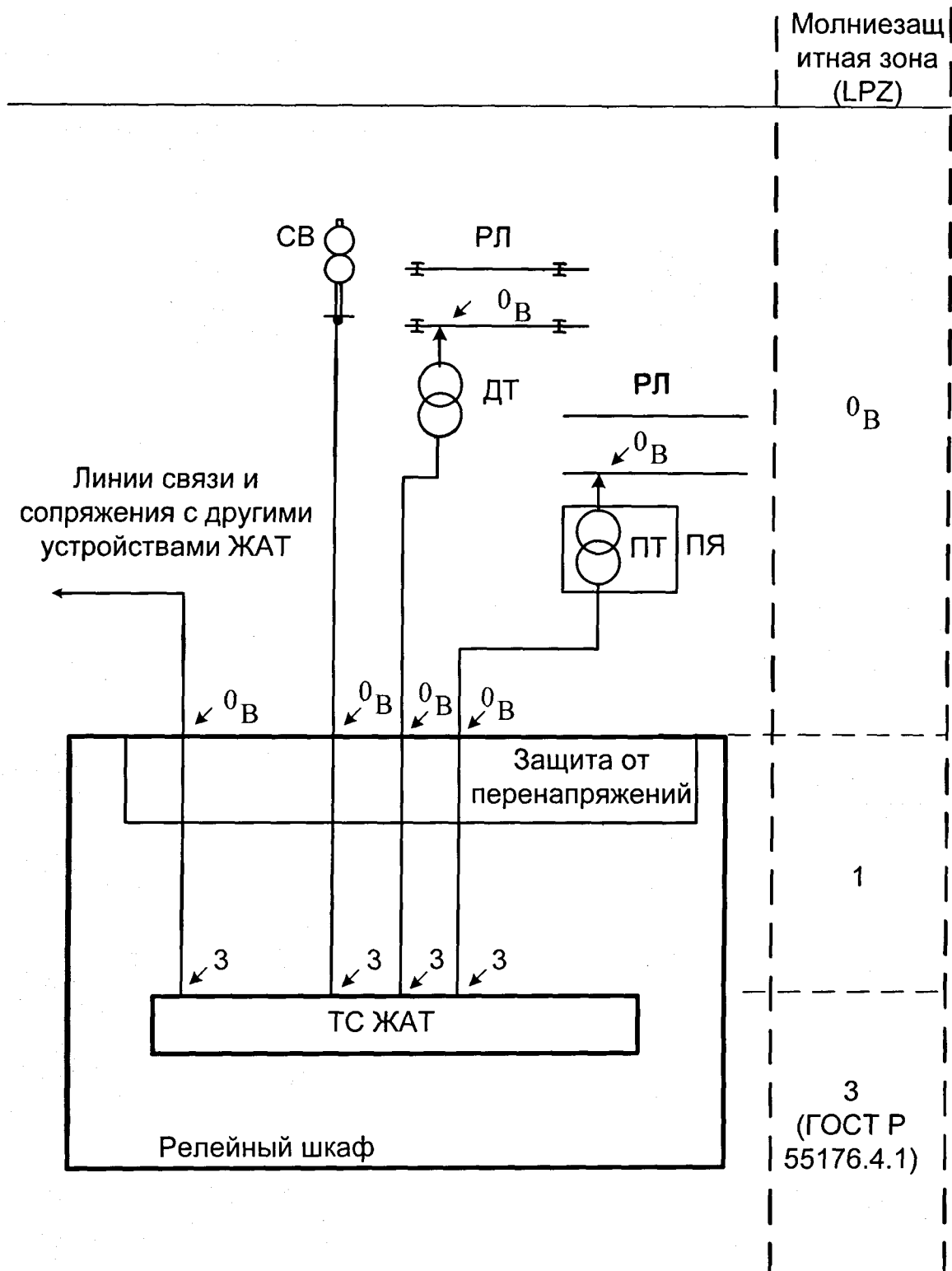


Рисунок 14 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи соединительных линий релейного шкафа устройств ЖАТ при электротяге поездов

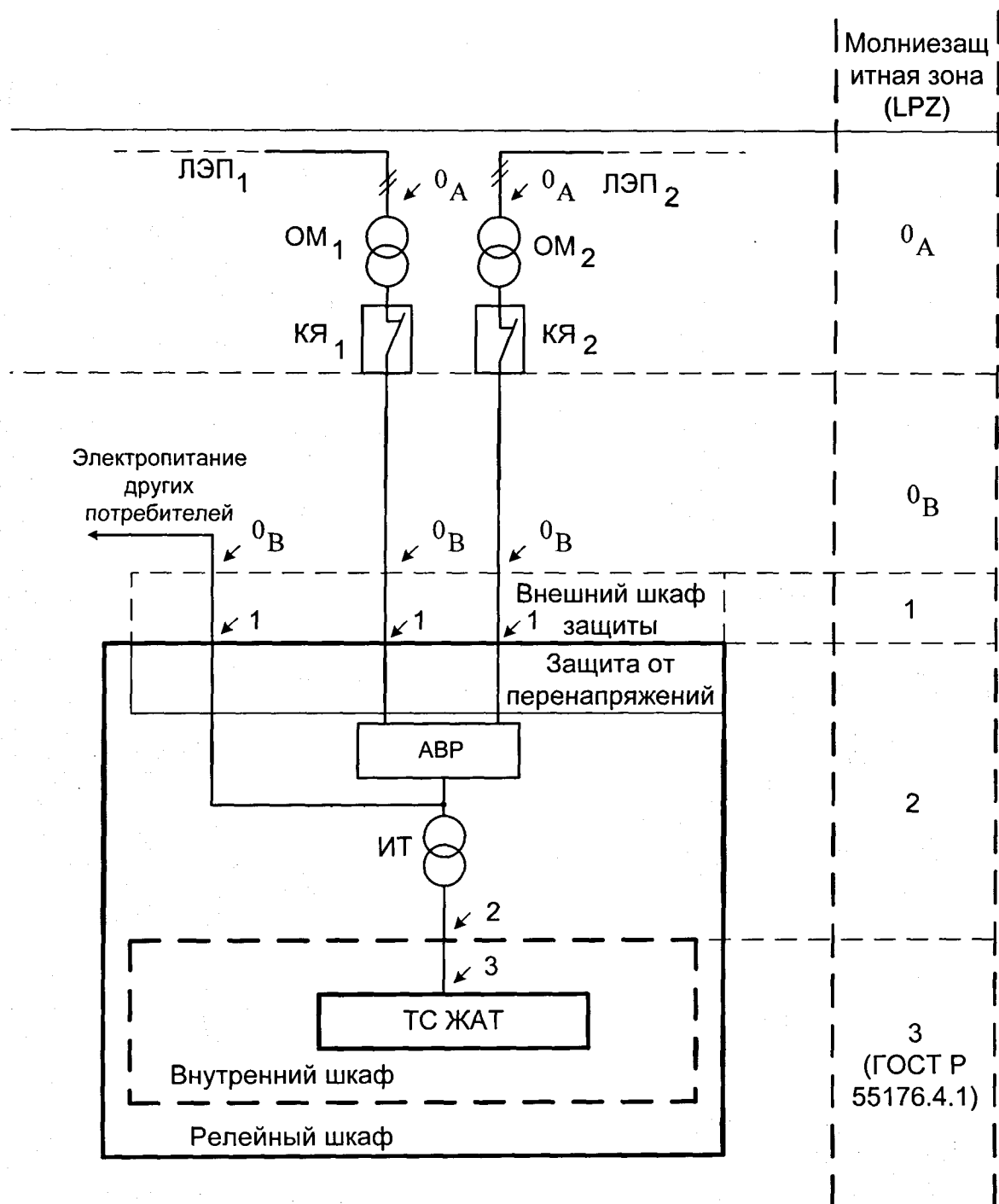


Рисунок 15 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи питания усовершенствованного релейного шкафа устройств ЖАТ при автономной тяге

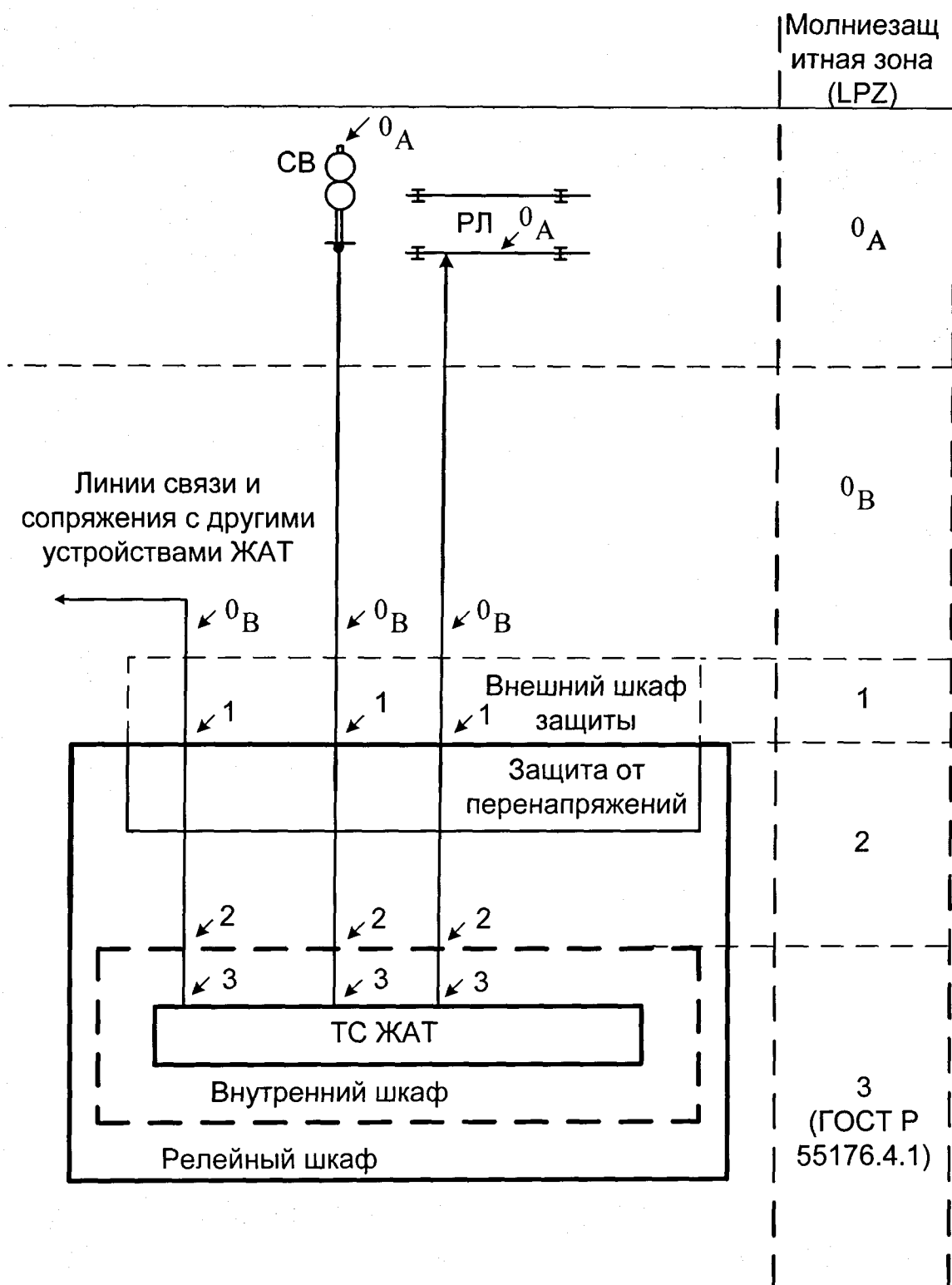


Рисунок 16 - Схема распределения зон импульсных воздействий в цепи соединительных линий усовершенствованного релейного шкафа устройств ЖАТ при автономной тяге поездов

## **Библиография**

- [1] «Концепция комплексной защиты технических средств и объектов железнодорожной инфраструктуры от воздействия атмосферных и коммутационных перенапряжений и влияний тягового тока», утвержденная Распоряжением ОАО «РЖД» от 24.12. 2013 г. №2871р
- [2] СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
- [3] РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. Ведомственные строительные нормы.
- [4] СТО 56947007-29.240.044-2010 Стандарт организации. ОАО «ФСК ЕЭС». Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий

ОКС 01.110  
03.220.30  
45.020

ОКП  
318561 8  
318562 3

Ключевые слова: характеристики испытательных импульсных воздействий, внешняя и внутренняя молниезащита, перенапряжения, приборы импульсной защиты, методы испытаний

---

Генеральный директор ЗАО  
«Фортатек АТ»

Ю.С. Смагин

Руководитель разработки и  
ответственный исполнитель  
-заместитель генерального  
директора

Я.Ю. Плавник

Технический директор  
ЗАО «Фортатек АТ»,  
к.т.н.

О.Ю. Шатковский

Начальник отдела  
разработки аппаратных  
средств

А.Б. Кузнецов