

## Заземление и защитные меры электробезопасности

### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

#### ПУЭ 7-го изд.

Глава 1.1

пп. 1.1.5, 1.1.33

Глава 1.7

пп. 1.7.30, 1.7.34, 1.7.35,  
1.7.53, 1.7.59, 1.7.61,  
1.7.72–1.7.75, 1.7.76, подп. 4;  
1.7.77, подп. 2; 1.7.79,  
1.7.81–1.7.83, 1.7.100, 1.7.119,  
1.7.121, 1.7.131, 1.7.132,  
1.7.135, 1.7.137, 1.7.144,  
табл. 1.7.1

Глава 7.1

пп. 7.1.13, 7.1.21, 7.1.36,  
7.1.70, 7.1.76, 7.1.83

#### ПУЭ 6-го изд.

Глава 7.3

#### ГОСТ 12.1.018

«Пожаровзрывобезопасность  
статического электричества.  
Общие требования»

#### ГОСТ 12.1.038-82

«Электробезопасность.  
Предельно допустимые значе-  
ния напряжений прикоснове-  
ния и токов»

#### ГОСТ 12.4.124

«Средства защиты от статиче-  
ского электричества.  
Общие технические  
требования»

#### ГОСТ 17441

«Соединения контактные элек-  
трические. Приемка и методы  
испытаний»

#### ГОСТ Р 50571.3-94

«Электроустановки зданий.  
Часть 4. Требования по обе-  
спечению безопасности»  
п. 411.1

#### ГОСТ Р 50571.5-94

«Электроустановки зданий.  
Часть 4. Требования по обе-  
спечению безопасности»  
пп. 433, 434

#### ГОСТ Р 51330

«Электрооборудование взры-  
возащищенное»

#### ГОСТ Р 51853-2001

«Заземления переносные для  
электроустановок. Общие  
технические условия»  
п. 9.6

**Инструктивные материалы  
Главгосэнергонадзора Рос-  
сии** по разъяснению письма  
от 20.04.1995 № 42-6/11-ЭТ

**Технический циркуляр Ас-  
социации «Росэлектромон-  
таж»** от 16.02.2004 № 6/2004  
«О выполнении основной си-  
стемы уравнивания потенциа-  
лов на вводе в здание»

**Инструкция о порядке со-  
гласования применения  
электродетекторов и других  
электронагревательных  
приборов**  
(РД 34.26.103)

**Инструкция по примене-  
нию и испытанию средств  
защиты, используемых  
в электроустановках**  
(СО 153-34.03.603-2003)  
п. 2.17.10, 2.17.16

**Методические рекомен-  
дации по регулированию  
отношений между энерго-  
снабжающей организацией  
и потребителем**  
Утв. Минэнерго РФ 19.01.2002

## СЕМИНАРЫ-2009

Дата	Тема	Организатор
12.01–24.01 23.03–04.04 18.05–30.05 07.09–19.09 16.11–28.11	Перенапряжения в сетях 6–750 кВ и методы их ограничения	ПЭИПК, кафедра электроэнергетического оборудования электрических станций, подстанций и промышленных предприятий, г. Санкт-Петербург <a href="http://www.peipk.spb.ru">www.peipk.spb.ru</a>
23.03–28.03 18.05–23.05 16.11–21.11	Перенапряжения в воздушных линиях 6–35 кВ и методы их ограничения	
23.03–28.03 07.09–12.09 16.11–21.11	Перенапряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий и методы их ограничения	
23.03–04.04	Перенапряжения в сетях 6–35 кВ и технологии защиты от них	
08.06–19.06	Проектирование систем защиты от перенапряжений на базе ОПН в сетях 6–220 кВ	ПЭИПК, Новосибирский филиал, кафедра эксплуатации и наладки электрооборудования электростанций и сетей, г. Новосибирск <a href="http://www.nfpaipk.ru">www.nfpaipk.ru</a>
08.06–19.06	Эксплуатация систем защиты от перенапряжений на базе ОПН в сетях 6–220 кВ	
23.03–04.04 27.04–08.05 19.10–31.10	Перенапряжения в сетях 6–35–110 кВ и методы их ограничения	ПЭИПК, Ивановское представительство, г. Иваново <a href="http://www.peipk.spb.ru">www.peipk.spb.ru</a>

ВОПРОС

**Виктор Лакеев,**  
ООО «Энергосервис»

Согласно п. 1.7.119 ПУЭ при проектировании систем электроснабжения внутри вводного устройства в качестве главной заземляющей шины можно использовать шину РЕ. Но я должен от ВЛ до ЩРУН использовать алюминиевый кабель минимальным сечением 16 мм<sup>2</sup>, иногда 25, 35 и т.д. Проводник PEN от ВЛ должен неразрывно быть присоединен к ГЗШ. Но все стандартные шинки с отверстиями максимум 10 мм<sup>2</sup>. Неужели везде нужно применять отдельный шкаф с ГЗШ?

ОТВЕТ

**Александр Шалыгин,**  
начальник ИКЦ Московского института  
энергобезопасности и энергосбережения

На рынке электротехнической продукции представлен широкий ассортимент как комплектных устройств с РЕ-шинами, так и самих шин как отдельных изделий.

К сожалению, не все они обеспечивают возможность универсального подключения защитных проводников.

В изделиях, поставляемых квалифицированными изготовителями, РЕ-шины имеют от одного до трех контактных соединений для подключения проводников большего сечения, что позволяет подключать магистральный РЕ (PEN) и реализовать систему уравнивания потенциалов в установке без дополнительной шины уравнивания потенциалов (ГЗШ). Указанные требования отражены в действующих стандартах на низковольтные комплектные устройства (НКУ).

ВОПРОС

**Леонид Колодкин,**  
ООО «Диагностические технологии  
и проектирование»

В проекте жилого здания предусмотрена основная система уравнивания потенциалов (СУП). В качестве главного проводника СУП использована стальная полоса сечением 25 × 4 мм, присоединенная к шине РЕ во ВРУ. Полоса проложена по техподполью здания, от главного проводника выполнены ответвления такой же полосой к металлическим трубам водопровода, теплосети и стоякам электропроводки, соединение ответвлений выполнено сваркой. Инспектор местного управления Ростехнадзора запретил выполнение системы по такой схеме и выдвинул требование присоединить все вышеперечисленные коммуникации отдельными медными проводниками к шине РЕ, сославшись при этом на пункт 1.7.144 ПУЭ. Прошу дать разъяснения по данному случаю.

ОТВЕТ

**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

Пункт 1.7.144 ПУЭ содержит требование только о необходимости выполнения отдельных ответвлений

для проводящих частей, подлежащих присоединению к основной системе уравнивания потенциалов. Требования к материалу и минимальному сечению проводников основной системы уравнивания потенциалов содержатся в п. 1.7.137. Пункт 1.7.119 ПУЭ требует обеспечения индивидуального отсоединения присоединенных к ГЗШ проводников, которое должно быть выполнено только с использованием инструмента.

Пункт 6 Технического циркуляра № 6/2004 от 16.02.2004 Ассоциации «Росэлектромонтаж», согласованного с Госэнергонадзором Минэнерго России, устанавливает возможность присоединения сторонних проводящих частей к ГЗШ по радиальной схеме, по магистральной схеме с помощью ответвлений и по смешанной схеме. Пункт 2 этого же циркуляра устанавливает минимальное сечение (эквивалентную проводимость) ГЗШ величиной не менее половины сечения (эквивалентной проводимости) РЕ-шины соответствующего вводного устройства (ВУ, ВРУ).

В вашем случае (с учетом изложенного выше) трубы водопровода, теплосети и других инженерных систем могут быть присоединены отдельными ответвлениями из стальной полосы к ГЗШ, выполненной в виде стальной магистрали, соединяемой с шиной РЕ ВРУ. Для каждого ответвления должна быть предусмотрена возможность индивидуального отсоединения при помощи инструмента. Эквивалентная проводимость магистрали должна быть не менее половины эквивалентной проводимости РЕ-шины ВРУ.

Для протяженной магистрали ее сечение должно быть проверено по формуле  $R \leq U_d / I_a$  ( $R$  – сопротивление магистрали от точки присоединения сторонней проводящей части до шины РЕ ВРУ;  $I_a$  – расчетный ток короткого замыкания наиболее мощного электроприемника здания;  $U_d$  – допустимое падение напряжения при коротком замыкании, которое в пределах ГЗШ должно стремиться к нулю).

Сечения ответвлений должны быть не менее указанных в п. 1.7.137. РЕ-проводники стояков электропроводки должны быть присоединены к РЕ-шине ВРУ непосредственно, с выполнением всех требований к соединениям РЕ-проводников. Стальные проводники системы уравнивания потенциалов и их контактные соединения должны быть защищены от коррозии в соответствии с п. 1.7.130 и иметь желто-зеленую цветовую маркировку (поперечную или диагональную). Помещения, в которых проложены магистрали и ответвления основной системы уравнивания потенциалов, не должны быть доступны посторонним лицам для исключения повреждения проводников вследствие вандализма.



**Александр Прудников,**  
Вышневолоцкое ПО ОАО «Тверьэнерго»

**В «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках», в п. 2.17.16, приведено требование, что при обнаружении обрывов более 5% проводников переносных заземлений они (ПЗ) должны быть изъяты из эксплуатации. Ни в одном паспорте на заземления переносные не указано количество**

**проводников (проволочек) в проводе. Видимо, подразумевается, что каждый владелец ПЗ обязан самостоятельно посчитать количество проводников. Я обращался на один из заводов-изготовителей ПЗ, где очень удивились подобной необходимости. Кроме того, само собой напрашивается внесение данных о количестве проводников в проводе ПЗ на бирку, однако этого требования в п. 2.17.10 нет. Я обращался к непосредственным разработчикам «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» (в СКБ ВКТ «Мосэнерго» к главному инженеру А.И.Тарасову) с просьбой разъяснить методику подсчета оборванных проводников – ответа не получил.**

**Для примера предлагаю рассмотреть самый простой случай. Используемое в наших сетях ПЗ ЗПЛ-110-3 имеет длину спуска 12 метров. Предположим, что на всей длине провода обнаружено всего два обрыва, но один из них расположен у одного конца провода, а второй обрыв у другого. Как в данном случае убедиться, что оборваны два разных проводника, а не один проводник оборван два раза? А если обрывов больше? Прошу объяснить, как выполнять требование данного пункта.**



**Виктор Шатров,**  
референт Ростехнадзора

Критерий отбраковки переносного заземления (ПЗ) по количеству оборванных проволок перенесен в «Инструкцию по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках» из ГОСТ Р 51853. Следует признать недостаточную корректность критерия отбраковки ПЗ по числу оборванных проволок и последующего изъятия их из эксплуатации.

Основное назначение переносных заземлений – обеспечение условий безопасного проведения работ. Они должны быть термически устойчивыми при значениях и длительностях протекания токов короткого замыкания в возможных местах их наложения на токоведущие части. Обрыв 5% проводников в одном месте можно приравнять к соответствующему уменьшению сечения ПЗ и его термической стойкости. При обрыве такого же количества проводников в разных местах уменьшение термической стойкости будет меньше.

При любом числе оборванных проволок ПЗ подлежит ремонту путем наложения фиксирующих бандажей на место обрыва.

Дополнительно в качестве критерия пригодности ПЗ можно использовать указание ГОСТ Р 51853, п. 9.6:

«Проверку электрического сопротивления соединения провод-струбины проводят с помощью микрометра, двойного моста или методом вольтметра-амперметра по методике, указанной в ГОСТ 17441.

Измерения выполняют в переходе между проводом и поверхностью струбины, зажима или наконечника.

Переносные заземления считают выдержавшими испытания, если значение сопротивления перехода составило не более 600 мкОм».



**Михаил Мольков,**  
Промстройпроект

**В соответствии с п. 1.7.137 ПУЭ «сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины рабочего сечения защитного проводника электроустановки». По мнению инспектора Энергонадзора, «защитный проводник электроустановки – PEN-проводник питающей линии». При этом приходится завышать сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов. Правомерно ли его требование?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

Защитным проводником электроустановки, например электроустановки здания, в соответствии с п. 1.7.137 ПУЭ является РЕ-проводник распределительной цепи, отходящей от вводного (вводно-распределительного) устройства, установленного на вводе в электроустановку. Если номинальный ток распределительной цепи с наибольшим током составляет, например, 200 А, сечение нулевого защитного (РЕ) проводника этой цепи должно соответствовать току 100 А и сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов, присоединенной к шине РЕ данного ВУ (ВРУ), должно быть рассчитано на ток не менее 50 А.

В п. 1.7.137 также указано, что применение проводников основной системы уравнивания потенциалов сечением более 25 мм<sup>2</sup> по меди или равноценных ему из других металлов, как правило, не требуется.



**Александр Мозгалеv,**  
СМНУ-70

**Запрещает ли пункт 1.7.144 7-го изд. ПУЭ: «Присоединение каждой открытой проводящей части электроустановки к нулевому защитному или защитному заземляющему проводнику должно быть выполнено с помощью отдельного ответвления» присоединять два заземляющих проводника разных электроустановок под один болтовой зажим на магистрали заземления?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

В вопросе не указано, какие именно «разные электроустановки» имеются в виду. Пункт 1.7.144 ПУЭ распространяется на присоединение отдельных открытых проводящих частей к нулевому защитному или защитному заземляющему проводнику, а также к проводнику уравнивания потенциалов в одной электроустановке, например в электроустановке здания. В каком-то конкретном случае он может быть распространен на присоединение заземляющих проводников разных электроустановок к одной общей магистрали заземления.

Не следует присоединять заземляющие проводники и проводники защитного уравнивания потенциалов разных электроустановок и разных открытых проводящих

частей одной электроустановки под один болтовой зажим, т.к. при необходимости отсоединения одного из защитных проводников не исключается вероятность нарушения непрерывности цепи другого проводника.

При питании нескольких штепсельных розеток от одной групповой цепи, ответвления защитного проводника к каждой штепсельной розетке должны выполняться в ответвительных коробках или (при питании розеток шлейфом) в коробках для установки штепсельных розеток при помощи специальных зажимов или сжимов, а также пайкой, опрессовкой и другими способами, обеспечивающими надежность присоединения защитного проводника каждой розетки к нулевому защитному проводнику общей групповой цепи и независимость его отсоединения.



**Александр Мальцев,**  
ООО «КВСУ»

**На территории промплощадки расположены бытовые здания. Электропроводка в зданиях выполнена двухпроводной, защита выполнена автоматическими выключателями (условие времени автоматического отключения КЗ 0,4 с соблюдается), плюс выполнена основная система уравнивания потенциалов. Эксперт ссылается на п. 7.1.36 ПУЭ, что в зданиях групповые сети должны быть выполнены трехпроводными. Существует ли документ, разрешающий использовать двухпроводную однофазную сеть при условии соблюдения вышесказанных предписаний гл. 1.7 ПУЭ?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

В соответствии с п. 1.7.132 ПУЭ, совмещение функций нулевого защитного и нулевого рабочего проводников в цепях однофазного тока не допускается. В качестве нулевого защитного проводника в таких цепях должен быть предусмотрен отдельный третий проводник.

Поэтому для групповых сетей всех зданий, в том числе бытовых, должны быть выполнены требования пп. 7.1.13 и 7.1.36 ПУЭ, т.е. цепи, прокладываемые от групповых щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны быть трехпроводными (фазный – L, нулевой рабочий – N и нулевой защитный – РЕ проводники). Требования к времени автоматического отключения и к основной системе уравнивания потенциалов должны быть соблюдены во всех зданиях.

Документа, разрешающего использовать двухпроводную однофазную сеть в зданиях, не существует. Исключением является п. 7.1.70 ПУЭ, допускающий в помещениях без повышенной опасности применение подвесных светильников, не оснащенных зажимами для подключения защитных проводников, при условии что крюк для их подвески изолирован. Однако этот пункт не отменяет требования п. 7.1.36 и не является основанием для выполнения электропроводок двухпроводными.



**Артем Генрихов,**  
ООО «Строймонтаж»

В соответствии с п. 1.7.135 ПУЭ, в месте разделения PEN-проводника на нулевой защитный и нулевой рабочий проводники необходимо предусмотреть отдельные зажимы или шины для проводников, соединенные между собой. PEN-проводник питающей линии должен быть подключен к зажиму или шине нулевого защитного РЕ-проводника. Допускается ли выполнять разделение PEN-проводника на нулевой защитный и нулевой рабочий проводники на шине PEN ГРЩ здания, т.е. установить на шине PEN два зажима и подключить пятижильный кабель?



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО  
**Виктор Шатров,**  
референт Ростехнадзора

Предлагаемое решение противоречит п. 1.7.135 ПУЭ, поскольку в этом случае одна шина (зажим) будет выполнять две функции – распределения электроэнергии и защитную. Подключение к одному зажиму и нейтрального, и нулевого защитного проводников допустимо только при выполнении ответвления от магистральной линии.

В распределительном устройстве, в котором осуществляется разделение PEN-проводника на нулевой защитный и нейтральный (нулевой рабочий) проводники, во всех случаях должны выполняться раздельные шина РЕ и шина N.

Расположение и маркировка шин (зажимов) и жил отходящих от ГРЩ или ВРУ кабелей должны исключать ошибочные действия персонала при их подключении, в т.ч. после отключения для ремонта или других целей.



**Ольга Матюшечкина,**  
ОАО «Волжский Оргсинтез»

Согласно инструктивным материалам Главгосэнергонадзора России по разъяснению письма от 20.04.1995 № 42-6/11-ЭТ «прокладка внутреннего контура заземления (открытая металлическая стальная полоса сеч. 40×4 или 50×4 и т.д.) во взрывоопасных зонах в сетях до 1000 В с глухозаземленной нейтралью не требуется и потенциально опасна».

Заземление (зануление) электрооборудования, согласно ПУЭ 6-го изд., гл. 7.3, требуется выполнять отдельной жилой кабеля или провода. Значит ли, что данная жила кабеля (провода) выполняет одновременно роль заземления (зануления) и уравнивания потенциалов?

Но во взрывоопасных помещениях необходимо также выполнить защиту технологического оборудования от статического электричества и уравнивание потенциалов для трубопроводов, металлических площадок и т.д. Ранее по периметру помещения прокладывалась открытая стальная полоса и присоединялись все трубопро-

воды, технологическое оборудование (даже без электрооборудования на нем).

**Вопрос:** каким образом на практике выполнить уравнивание потенциалов и защиту от статического электричества во взрывоопасных зонах в помещениях и на наружных установках?

Как выполнить на практике заземление, уравнивание потенциалов, защиту от статического электричества для следующих ситуаций:

1. Насос (или другое технологическое оборудование) и электродвигатель установлены на одной металлической раме?

2. Насос (или другое технологическое оборудование) и электродвигатель установлены на разных металлических рамах и через переходную муфту?



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

Заземление и уравнивание потенциалов во взрывоопасных зонах, помещениях и наружных установках следует выполнять в соответствии с серией ГОСТ Р 51330, защиту от статического электричества – в соответствии с ГОСТ 12.1.018 и ГОСТ 12.4.124. Во взрывоопасных зонах нулевой защитный (РЕ) и нейтральный (N) проводники должны быть разделены. В точке разделения, которая должна располагаться за пределами взрывоопасной зоны, РЕ-проводник должен быть присоединен к основной системе уравнивания потенциалов.

В соответствии с ГОСТ Р 51330.13 для электроустановок во взрывоопасных зонах необходимо выполнение системы уравнивания потенциалов, к которой в общем случае должны быть присоединены защитные проводники, открытые и сторонние проводящие части, в т.ч. металлические трубопроводы, оболочки кабелей, стальная арматура, металлические конструкции. Защитные проводники должны присоединяться к системе уравнивания потенциалов вне взрывоопасной зоны.

К системе уравнивания потенциалов не требуется присоединять:

- открытые проводящие части электрооборудования, имеющие надежный электрический контакт с конструкциями, трубопроводами, основаниями (в вашем случае – металлическая рама), на которых электрооборудование установлено, при условии что эти конструкции, трубопроводы, основания присоединены к системе уравнивания потенциалов;
- металлоконструкции, на которых установлено электрооборудование, соединенное с нейтралью трансформатора при помощи РЕ-проводника;
- сторонние проводящие части, не являющиеся частью конструкции или электроустановки, при отсутствии вероятности появления на них опасного потенциала (например, дверные или оконные коробки).

При этом должны быть соблюдены дополнительные требования стандарта, учитывающие класс взрывоопасной зоны и вид взрывозащиты оборудования. Обязательно должны учитываться требования изго-



товителя оборудования к его заземлению и уравниванию потенциалов. Так, например, не допускается присоединять к системе уравнивания потенциалов металлические корпуса искробезопасного оборудования, если это не требуется в документации изготовителя оборудования. При выполнении системы уравнивания потенциалов необходимо учитывать расчетные значения токов короткого замыкания и ожидаемые значения потенциалов, возникающих при протекании этих токов.

Стандарт не регламентирует способ соединения (радиальный или магистральный) отдельных частей, объединяемых в систему уравнивания потенциалов (см. Технический циркуляр Ассоциации «Росэлектромонтаж» от 16.02.2004 № 6/2004 «О выполнении основной системы уравнивания потенциалов на вводе в здание»). Этот способ определяется конструктивными соображениями, обеспечивающими кратчайшие длины проводников уравнивания потенциалов и минимальные значения разности потенциалов между одновременно доступными прикосновению частями. Обязательным условием выполнения контактных соединений, которые могут быть как болтовыми, так и сварными, является отсутствие вероятности искрообразования. Болтовые соединения должны иметь защиту от самоотвинчивания.

Использование переходной муфты в качестве проводника, объединяющего механизм и приводной двигатель в единую проводящую часть, возможно только в том случае, если это оговорено в документации изготовителя оборудования.

Система уравнивания потенциалов может быть использована для защиты от статического электричества, если обеспечивается требование ГОСТ 12.4.124 к сопротивлению заземляющего устройства по условиям этой защиты.



**Сергей Туменцев,**  
ООО «Электромодуль»

**В ПУЭ 7-го изд. недостаточно объяснено понятие пятипроводной системы заземления. Для меня существуют фазные (линейные L-проводники), N-проводники и проводники систем защиты (РЕ-проводники).**

**РЕ-проводник – это:**

1. Нулевой защитный проводник (РЕ-проводник);
2. Уравнивательный (EQ-проводник – от equalizing);
3. Функциональный (F-проводник – от functional) и т.д.

**Нулевой защитный проводник – это проводник, идущий тем же маршрутом, что линейные проводники, и имеющий аналогичные характеристики, а при необходимости и изоляцию, равную фазной. Рассчитывается на ток короткого замыкания и защиту от случайного прикосновения. Начало проводника от распределительного щитка.**

**Уравнивательный проводник – это проводник, уравнивающий потенциалы в помещениях по-**

**вышенной опасности. Его задача – обеспечить равенство потенциалов в номинальной работе и в аварийном режиме работы оборудования. Пример проводника «контур заземления» – стальная полоса 4×40 вокруг помещения, к которому я подключаю внешний корпус.**

**Вопрос: могу я использовать «контур заземления» в качестве нулевого защитного заземления, и если могу, то чем он отличается от четырехпроводной системы, не считая, что нейтраль в первом случае изолирована, во втором «сидит» на корпусе?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО  
**Виктор Шатров,**  
референт Ростехнадзора

- Определения терминов приведены в п. 1.7.34 ПУЭ:
- **нулевой защитный проводник** предназначен для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания в электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью;
  - **защитный заземляющий проводник** предназначен для присоединения открытых проводящих частей к заземляющему устройству во всех других электроустановках, а также для присоединения нейтрали источника питания к заземляющему устройству в электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью;
  - **проводник защитного уравнивания потенциалов** предназначен для присоединения открытых и/или сторонних проводящих частей к системе уравнивания потенциалов.

Все эти три типа защитных проводников обозначаются буквенным символом РЕ. Определение термина **нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N)** приведено в п. 1.7.35 ПУЭ.

Термин **проводник функционального заземления** (обычно обозначается буквенным символом FE) в ПУЭ не определен, но его назначение понятно из определения термина **рабочее (функциональное) заземление** (п. 1.7.30 ПУЭ). Термин **функциональный проводник** не имеет смысла.

Основная система уравнивания потенциалов должна выполняться всегда. В помещениях с повышенной опасностью и в помещениях без повышенной опасности, если время автоматического отключения цепи защитным аппаратом при повреждении изоляции превышает нормированное п. 1.7.79 ПУЭ, требуется выполнение дополнительной системы уравнивания потенциалов.

В пятипроводной системе по умолчанию четвертым проводником считается нейтральный (нулевой рабочий) проводник, пятым проводником – нулевой защитный проводник. Система или часть ее цепей, питающая электроэнергией только трехфазные электроприемники, например трехфазные электродвигатели, является пятипроводной системой, в которой нейтральный (четвертый) проводник не используется за ненадобностью. Четырехпроводной является система, в которой функции нулевого защитного (РЕ) проводника и нулевого рабочего (N) проводника объединены в

одном (PEN) проводнике. Четырехпроводная система, как правило, применяется в питающих цепях. Для групповых и распределительных сетей жилых и общественных зданий, а также групповых сетей промышленных предприятий применение четырехпроводной системы не допускается.

Пункт 1.7.121 ПУЭ разрешает использовать в качестве защитных проводников любые неизолированные стационарно проложенные проводники. Однако «контур заземления» (металлическая полоса внутри помещения) на самом деле является магистралью уравнивания потенциалов и не может быть использован в качестве нулевого защитного проводника для отдельного электроприемника.



**Повилас Жижляускас,**  
ЗАО Институт энергетических сетей

**Нормируется ли заземление отдельных частей опорной металлоконструкции электротехнического оборудования, т.е. следует ли шунтировать дополнительным заземляющим соединением место соединения отдельных частей металлоконструкции?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО  
**Виктор Шатров,**  
референт Ростехнадзора

Заземление опорных конструкций электрооборудования следует выполнять в соответствии с п. 1.7.76, подп. 4) и п. 1.7.77, подп. 2). Если между опорной металлической конструкцией (в вашем случае – между отдельными частями опорной металлической конструкции) и установленным на ней оборудованием обеспечен надежный электрический контакт, прокладка отдельных заземляющих проводников не требуется. Если надежность электрического контакта не гарантирована, опорная металлическая конструкция должна быть заземлена дополнительно.

Способ присоединения опорной конструкции к заземляющему устройству (в электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью – к нейтрали трансформатора) определяется конструктивным исполнением установки. Критерием является напряжение прикосновения, которое может возникнуть между опорной конструкцией и корпусом установленного на ней оборудования при повреждении изоляции в электроустановке и не должно превышать значений, нормированных ГОСТ 12.1.038-82.



**Александр Великанов,**  
ЗАО «Электромашина»

**1. В цехах промпредприятий обычно имеется контур заземления. При подключении нового оборудования РЕ-шина шкафа управления через болт заземления соединяется с этим контуром. В ответе на вопрос Александра Синева («Необходим ли монтаж заземляющего устройства у**

**потребителя?»)** Людмила Казанцева сообщает: **«Повторное заземление в системе TN, как правило, следует выполнять всегда». Означает ли это, что при подключении станка необходимо подходящую нейтраль соединить с шиной РЕ шкафа управления, подключенной к контуру заземления? Но тогда, если считать при входе в здание N и РЕ разделенными, мы снова замыкаем их, что не допускается.**

**2. Тиристорный преобразователь подключен к индуктору через понижающий трансформатор с напряжением на вторичной обмотке 50 В. Должен ли трансформатор быть разделительным, если по инструкции подходить во время работы к индуктору запрещено? Если нет, то обязательно ли заземлять (занулять) вторичную обмотку?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

1. Если термином «нейтраль» в вопросе обозначен нейтральный (нулевой рабочий) проводник N (п. 1.7.35 ПУЭ) пятижильного кабеля распределительной цепи, питающей электрооборудование станка, то его ни в коем случае не следует присоединять к шине РЕ. N-проводник должен присоединяться к шине N шкафа, а к шине РЕ шкафа должен быть присоединен РЕ-проводник. «Контур заземления», упомянутый в вопросе, является контуром (магистралью) уравнивания потенциалов (см. пп. 1.7.81 и 1.7.82).

В вопросе А.Синева, на который вы ссылаетесь, не было указано, что именно обозначено термином «потребитель», который в связи с этим был понят как «электроустановка потребителей», т.е. «электроустановка здания». Пояснение «Повторное заземление в системе TN, как правило, следует выполнять всегда», содержащееся в ответе А.Синеву, относится к повторному заземлению на вводе в электроустановку любого здания, но не к отдельному электроприемнику или группе электроприемников.

2. В вопросе не указано, по каким соображениям для вторичной обмотки трансформатора принято сверхнизкое напряжение (СНН) 50 В.

Если это напряжение принято не для защиты от поражения людей электрическим током, а только по условиям обеспечения работы оборудования, не требуется, чтобы трансформатор был разделительным. В этом случае защита от поражения электрическим током выполняется так же, как для любых электроприемников напряжением до 1 кВ.

Если напряжение 50 В принято как мера защиты от поражения электрическим током: СНН в сочетании с электрическим разделением цепей (БСНН по ГОСТ Р 50571.3), или в сочетании с автоматическим отключением питания (БСНН по ГОСТ Р 50571.3) в соответствии с пп. 1.7.73, 1.7.74 ПУЭ, или принято по условиям работы оборудования, но его предполагается одновременно использовать для защиты от поражения электрическим током (функциональное сверхнизкое напряжение, п. 1.7.75 ПУЭ), трансформатор должен быть безопасным разделительным и соответствовать стандарту МЭК 61558-1 (российский аналог отсутствует. Для справок можно



пользоваться отмененным ГОСТ 30030). В этом случае должны быть также выполнены необходимые требования пп. 1.7.73 – 1.7.75 ПУЭ и п. 411.1 ГОСТ Р 50571.3.

Если в качестве меры защиты от поражения электрическим током принято сверхнизкое напряжение в сочетании с электрическим разделением цепей (БСНН), вторичную обмотку безопасного разделительного трансформатора занулять не следует. Обмотка и все присоединенные к ней цепи должны быть электрически отделены от других цепей так, чтобы обеспечивалось электрическое разделение, равноценное разделению между первичной и вторичной обмотками безопасного разделительного трансформатора. Открытые проводящие части цепей напряжением 50 В не должны быть преднамеренно присоединены к зануленным или заземленным частям и к защитным проводникам.

Если в качестве меры защиты от поражения электрическим током принято сверхнизкое напряжение в сочетании с автоматическим отключением питания (ЗСЧН), один из выводов вторичной обмотки безопасного разделительного трансформатора и его корпус следует присоединить к нулевому защитному проводнику цепи, питающей трансформатор.

В соответствии с п. 1.7.73 все доступные прикосновению токоведущие части напряжением выше 25 В переменного тока должны быть защищены от прямого прикосновения при помощи ограждений, или оболочек, или изоляции, соответствующей испытательному напряжению 500 В переменного тока, приложенному в течение 1 мин. Запрещение приближения к работающему оборудованию только по инструкции не является достаточным.



**Александр Столов,**  
ООО Проектный институт  
«Нерюнгрипроект»

**Замечанием Ростехнадзора явилось отсутствие в чертежах «расчетов токов КЗ при выборе УЗО, аппаратов защиты». Проект был выполнен для небольшого магазина с нагрузкой 7,5 кВт. Для ввода и распределения электроэнергии было принято электрооборудование, выпускаемое группой компаний «Интерэлектрокомплект»: щит с прибором учета, с вводным автоматом и однофазными автоматами серии ВА47-29 на отходящих линиях с токами тепловых расцепителей, не превышающими 16 А. Групповые сети выполнены кабелем ВВГ 3 × 1,5 общей протяженностью 150 м. Необходимо ли выполнять подобные расчеты токов КЗ?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

Расчет тока однофазного короткого замыкания нужно производить всегда для выбора автоматических выключателей по отключающей способности, для проверки соответствия времени срабатывания выключателя значениям требуемого времени авто-

матического отключения, указанным в таблице 1.7.1 главы 1.7 ПУЭ, с целью обеспечения защиты людей от поражения электрическим током (автоматическое отключение питания при однофазном коротком замыкании).

Если все цепи помещения выполнены проводниками одного типа и сечения, расчет тока ОКЗ может быть выполнен только для наиболее протяженной цепи. Кроме того, следует выполнять проверку соответствия автоматических выключателей требованиям защиты цепей от сверхтоков по ГОСТ Р 50571.5, пп. 433 и 434.

При применении для аналогичных цепей УЗО, не совмещенных с устройством защиты от сверхтока в одном аппарате, в соответствии с п. 7.1.76 ПУЭ должна быть выполнена расчетная проверка УЗО в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего защиту от сверхтока. В соответствии с п. 7.1.83 необходимо проверять соответствие суммарного тока утечки цепи, защищаемой УЗО, значению не более  $1/3$  номинального дифференциального тока  $I_{\Delta n}$ .



**Михаил Калинин,**  
ООО СК «Стека-строй»

**Произведен монтаж питающих линий оборудования столовой в полу в стальных трубах – пятипроводная сеть для трехфазной нагрузки и соответственно трехпроводная для однофазной. Трубы соединяются непосредственно во ВРУ с главной шиной заземления, РЕ-проводники тоже, т.е. оборудование заземлено своим РЕ-проводником. Сотрудники Энергонадзора требуют провести шину заземления по стене и утверждают, что не видно заземления труб в помещении столовой и это вообще не заземление. Как правильно?**



**Александр Шалыгин,**  
начальник ИКЦ Московского института  
энергобезопасности и энергосбережения

Судя по представленному описанию, защитное заземление в электроустановке выполнено в соответствии с указаниями главы 1.7 ПУЭ.

В то же время помещения для приготовления пищи и мытья посуды в столовых следует относить к помещениям с повышенной опасностью, где уровень безопасного напряжения, в соответствии с указаниями пункта 1.7.53 ПУЭ 7-го изд., принимается 25 В. Для таких установок, как правило, невозможно выполнить требования по параметрам автоматического отключения питания, установленные ПУЭ. В этом случае в электроустановке, в соответствии с указаниями пункта 1.7.79 ПУЭ, следует выполнить дополнительное уравнивание потенциалов.

Дополнительное уравнивание выполняется в соответствии с указаниями пункта 1.7.83 ПУЭ. Одним из возможных технических решений при выполнении дополнительного уравнивания потенциалов является прокладка магистрального проводника (шины), соеди-

ненного с РЕ-шиной распределительного щита, по периметру помещения для присоединения открытых и сторонних проводящих частей оборудования.



**Сергей Тараненко,**  
ООО НТО «Терси-М»

С целью проверки систем автоматики (отдельно стоящие металлические шкафы) производится модернизация помещения без повышенной опасности под испытательный участок. Для подключения шкафов автоматики и автоматизированных рабочих мест (компьютеров) прокинута розеточная сеть, запитываемая от своего группового щита. Также в помещении выполнена система дополнительного уравнивания потенциалов (металлическая полоса), к которой подключается система автоматики.

Как только шкафы включаются в сеть, помещение становится с повышенной опасностью, следовательно, в соответствии с пп. 7.1.79 и 7.1.82 ПУЭ на групповую розеточную сеть должно устанавливаться УЗО с током утечки не более 30 мА, что мешает технологическому процессу (ложное срабатывание УЗО из-за токов утечки блоков питания компьютеров и самих шкафов системы автоматики).

Можно ли не устанавливать УЗО, либо необходимо подключать оборудование не через розетки, а через клеммные соединения?



**Виктор Шатров,**  
референт Ростехнадзора

Из текста не вполне ясно, почему упомянутая переделка переводит помещение в категорию «с повышенной опасностью». Однако и в этом случае установка устройств защитного отключения, реагирующих на дифференциальный ток, в цепях компьютеров и других подобных устройств информационных технологий не требуется. Рекомендуется электроснабжение компьютеров осуществлять от распределительного щитка по отдельно выделенной групповой линии.



**Николай Гаращенко,**  
ООО «Элекс.Ком»

Возможно ли использовать для присоединения проводника основной системы уравнивания потенциалов к водопроводной трубе металлический хомут с выводом под болтовое соединение проводника? Переходное сопротивление труба-проводник меньше 0,05 Ом.



**Виктор Шатров,**  
референт Ростехнадзора

Подобный способ допустим, как и любое другое техническое решение, обеспечивающее надежное контактное соединение.



**Сергей Кокшаров,**  
Телеком МТК

**1. На распределительный щит ШВРП (с ручным выбором ввода электропитания) подаются два ввода:**

- ввод от ГРЩ пятижильным кабелем с разделением в ГРЩ на N и РЕ;
- ввод от передвижной ДЭС (для случая пропадания электропитания от ГРЩ) четырехжильным кабелем (совмещенный защитный и рабочий PEN).

К какой шине в ШВРП необходимо подсоединить PEN-проводник от ПДЭС – к РЕ или N?



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

В соответствии с п. 1.7.135 ПУЭ, PEN-проводник следует присоединять к шине РЕ. Проводимость шины РЕ при этом должна соответствовать расчетному значению рабочего тока, протекающего по N-шине ШВРП в режиме питания от ДЭС. Соединение защитной (РЕ) и нейтральной (N) шин ШВРП производится в двух местах по краям шин (с учетом протекания тока по обоим плечам шины РЕ от точки присоединения к ней PEN-проводника).

Не исключается возможность выполнения специального устройства ввода от ДЭС, состоящего из отрезка шины PEN, разделенного на шины РЕ и N, присоединяемые затем к соответствующим шинам ШВРП. Возможно также выполнение такого устройства в ДЭС. Если прокладка кабеля от ДЭС не является стационарной, соответствующей всем требованиям к стационарным электропроводам, разделение PEN-проводника на проводники РЕ и N должно быть выполнено в ДЭС и питающий кабель от нее должен быть пятижильным (п. 1.7.131 ПУЭ).



**Константин Виноградов,**  
ИП

Проточный нагреватель 3,5 кВт подключен через заземленную на обсадную трубу скважины розетку, отдельный кабель, предохранитель 16 А и УЗО 30 мА – к распределительному щитку. При эксплуатации проточного нагревателя электрическая связь по воде со скважиной исключена. Правильно ли в данном случае использовать защитное заземление для системы TT? Или следует использовать повторное защитное заземление системы TN-C при входе ВЛ в дом?



**Александр Шалыгин,**  
начальник ИКЦ Московского института  
энергобезопасности и энергосбережения  
**Виктор Шатров,**  
референт Ростехнадзора

При питании объектов (индивидуальных жилых домов) от воздушных линий с напряжением до 1 кВ, выполненных самонесущими изолированными прово-

дами (СИП), следует использовать систему защитного заземления TN-C-S или TN-S. Выполнение повторного заземления и установка на вводе в индивидуальный дом УЗО с дифференциальным током срабатывания 300 мА обязательны.

При питании объектов (индивидуальных жилых домов) от воздушных линий с напряжением до 1 кВ, выполненных неизолированными проводами, следует использовать систему защитного заземления TT в соответствии с указаниями пункта 1.7.59 ПУЭ, так как условия безопасности в этом случае при использовании системы защитного заземления TN, как правило, не могут быть выполнены. Выполнение заземления у потребителя и установка на вводе в индивидуальный дом УЗО с дифференциальным током срабатывания 300 мА в этом случае также обязательны.

Электрическая связь по воде со скважиной имеется всегда: вода относится к полупроводящим материалам. Вопрос об опасности заноса потенциала по струе воды на объект определяется качеством воды (показатель pH) и технологией сборки трубопровода (при использовании металлопластиковых труб необходима установка специальных электроизолирующих прокладок в соединениях).

Проточные водонагреватели являются приборами, создающими повышенную опасность и дополнительную нагрузку в питающих сетях, поэтому их установка требует соответствующей квалификации. (Дополнительно следует руководствоваться положениями «Методических рекомендаций по регулированию отношений между энергоснабжающей организацией и потребителем» в части, не противоречащей действующему законодательству.)

Требования к защите проточного нагревателя определяются его классом и местом установки. При использовании приборов класса защиты I защитный РЕ-проводник следует подключать к РЕ-шине щитка, а не к трубе. Если водонагреватель установлен в зоне с признаками повышенной опасности, например в душевой, то требуется выполнить дополнительное уравнивание потенциалов. Дополнительная защита от прямого соприкосновения с установкой УЗО с дифференциальным током срабатывания 30 мА обязательна.

Для подключения прибора мощностью 3,5 кВт, как правило, требуется специальная линия. Обычная групповая сеть рассчитана на подключение приборов мощностью до 2,2 кВт, а в старых зданиях групповая сеть рассчитана на подключение приборов мощностью до 1,3 кВт.



**Максим Эдуардов,**  
СЭТ

**ПУЭ 7-го изд., п. 1.7.100, требует заземления нейтрали (для систем с глухозаземленной нейтралью) непосредственно вблизи источника тока.**

**Мое мнение иное: в сети TN-C-S заземлять нейтраль около источника тока опасно. Заземление нейтрали должно производиться непосредственно в точке разделения PEN-проводника на N-проводник и РЕ-проводник (в сети TN-S).**

**Обоснование: в случае обрыва PEN-проводника на участке от источника тока до ГРЩ заземляющий проводник нейтрали источника тока возьмет на себя функцию N-проводника через систему уравнивания потенциалов, а сечение заземляющего проводника нейтрали источника тока и проводников уравнивания потенциалов намного меньше, чем сечение PEN-проводника.**

**В случае если заземлить нейтраль источника тока в точке разделения PEN-проводника на N-проводник и РЕ-проводник, то при обрыве PEN-проводника или N-проводника система уравнивания потенциалов останется неповрежденной.**

**И второе, в сети TN-C нельзя использовать систему уравнивания потенциалов, так как при обрыве любого PEN-проводника система уравнивания потенциалов возьмет на себя функцию N-проводника, что может привести к неисправности системы уравнивания потенциалов (пожару), а если убрать систему уравнивания потенциалов, то при обрыве PEN-проводника «фаза садится на корпус».**

**Вопрос: на основании чего ПУЭ допускает использование системы TN-C и не предупреждает об опасности?**



**Людмила Казанцева,**  
УИЦ НИИПроектэлектромонтаж АНО

Заземление нейтрали источника тока непосредственно вблизи источника тока необходимо по условию максимального обеспечения целостности цепи заземления нейтрали.

Пункт 1.7.61 ПУЭ предусматривает повторное заземление на вводе в электроустановку здания, а также в других местах для всех разновидностей системы TN. Значение рабочего тока, протекание которого по проводнику заземления нейтрали источника тока возможно при обрыве PEN-проводника, ограничивается сопротивлениями заземления нейтрали и повторных заземлений на линии и на вводах в здания. Случаи повреждений проводника заземления нейтрали при обрыве PEN-проводника нам не известны.

Обрыв PEN-проводника представляет собой серьезную аварию, сопровождающуюся нарушением режима работы и повреждением однофазных электроприемников. ПУЭ 7-го издания (п. 7.1.21) рекомендует предусматривать защитное отключение при повышении напряжения выше допустимого, возникающего из-за несимметрии нагрузки при обрыве PEN-проводника в многофазных сетях, питающих однофазные электроприемники ответвлениями от ВЛ.

Вопросы, связанные с обрывом PEN-проводника, рассмотрены в книге М.Р. Найфельда «Заземление, защитные меры электробезопасности» (М., «Энергия», 1971 г.).

