

Заземление и защитные меры электробезопасности

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

ПУЭ* 7-го изд.

Глава 1.7 «Заземление и защитные меры электробезопасности»
пп. 1.7.51, 1.7.53-1.7.56, 1.7.76,
1.7.85, 1.7.97, 1.7.101, 1.7.103,
1.7.155-1.7.169

Глава 2.5. «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ»
п. 2.5.129, подп. 3

ГОСТ Р 50571-7-702-2012 (МЭК 60364-7-702:2010)

«Электроустановки низковольтные. Часть 7-702. Требования к специальным установкам или местоположениям. Плавательные бассейны и фонтаны»

СП 31-110-2003

«Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»
п. 7.10

СО 153-34.21.122-2003

«Инструкция по молниезащите зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»
разд. 4

РД 34.45-51-300-97

«Объемы и нормы испытаний электрооборудования»
табл. 28.1

Типовой проект 407-3-661.03

(ОГУП ПИ «Гипрокоммуэнерго»)

Технический циркуляр Ассоциации «Росэлектромонтаж» № 6/2004

«О выполнении основной системы уравнивания потенциалов на вводе в здание»

Технический циркуляр Ассоциации «Росэлектромонтаж» № 27/2009

«О выполнении магистралей заземления и уравнивания потенциалов в электроустановках зданий и сооружений»

Книги

Долин П.А. «Основы техники безопасности в электроустановках». М.: изд-во «Знак», 2000

* Правила устройства электроустановок не подлежат государственной регистрации, поскольку носят технический характер и не содержат правовых норм (письма Минюста РФ от 28.08.2001 № 07/8638-ЮД и от 12.08.2002 № 07/7673-ЮД).

СЕМИНАРЫ-2014

| Дата | Тема | Организатор |
|--|--|--|
| 18.02–20.02 07.10–09.10 | Новые требования нормативных документов. Закон о тех. регулировании. Новый нац. стандарт ГОСТ Р 50571.5.54-2011 «Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов». Инструкция по устройству защитного заземления и уравнивания потенциалов в электроустановках И 1.03-08. Фундаментные заземлители, проект ГОСТ Р 50571.5.54-2013. Специальные требования к проводникам и заземлителям систем молниезащиты ГОСТ Р МЭК 62501-2 (2 семинара) | Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, г. Москва www.mieen.ru |
| 15.04–17.04 | Защита от перенапряжений в электроустановках до 1 кВ. Грозовые, временные и коммутационные перенапряжения, ГОСТ Р 50571-4-44-2011. Электромагнитная совместимость ЭМС с информационными системами | |
| 17.03–29.03 12.05–24.05 08.09–20.09 10.11–22.11 | Перенапряжения в сетях 6–750 кВ и методы их ограничения | ПЭИПК, кафедра электроэнергетического оборудования электрических станций, подстанций и промышленных предприятий (ЭЭСР), г. Санкт-Петербург www.peipk.spb.ru |
| 17.03–22.03 12.05–17.05 08.09–13.09 10.11–15.11 | Перенапряжения в воздушных линиях 6–35 кВ и методы их ограничения | |
| 17.03–22.03 10.11–15.11 | Выбор, расчет и эксплуатационный контроль нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН) | |
| 21.04–26.04 15.09–20.09 24.11–29.11 | Оборудование и расчет сетей заземления и зануления, молниезащиты электростанций, подстанций и промышленных предприятий при проектировании | ПЭИПК, кафедра диагностики энергетического оборудования (ДЭО), г. Санкт-Петербург www.peipk.spb.ru |
| 10.11–22.11 | Защита электрооборудования от перенапряжений и проблемы электромагнитной совместимости в электрических сетях до 1000 В | |
| Апрель | Эксплуатация и безопасное обслуживание энергетических установок. Автоматическое отключение питания как основная мера защиты от косвенного прикосновения в различных системах заземления | Учебно-методический и инженерно-технический центр (НОУ ДПО УМИТЦ), г. Санкт-Петербург www.dpo-umitc.ru |
| Август | Эксплуатация и безопасное обслуживание энергетических установок. Автоматическое отключение питания как основная мера защиты от косвенного прикосновения в различных системах заземления. Системы заземления | |

Раздел 2

ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ
ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

ВОПРОС

**Марат Омаралиев,**

АО Кегос

Существуют ли нормы, правила по заземлению экранов контрольных кабелей на подстанциях с МУРЗ? Если этого требуют правила, то нормируются ли токи, протекающие через них?

ОТВЕТ

**Виктор Шатров,**

НП СРО «Обинж-Энерго»

Проводящие оболочки и броня кабелей (силовых, контрольных) являются открытыми проводящими частями. Поэтому в соответствии с указанием п. 1.7.76 ПУЭ 7-го изд. они должны быть заземлены. Как правило, экраны (броня) кабелей заземляются с обеих сторон.

Проводимость оболочек кабелей должна обеспечивать протекание аварийных токов без повреждения оболочек. Для обеспечения этого условия возможна прокладка дополнительного проводника параллельно оболочке кабеля.

ВОПРОС

**Олег Иванов,**

Электромонтажспецсервис

В настоящее время все большее применение находит система TN-S. Заводы-изготовители трансформаторных подстанций массово выпускают РУНН 0,4 кВ с отдельными шинами РЕ и N.

Под данную систему есть уже много типовых проектов, в частности 407-3-661.03, разработанный ОГУП ПИ «Гипрокоммунэнерго».

В данном типовом проекте есть план заземления и молниезащиты. По чертежу получается, что заземляющие проводники сначала

«сажаются» на внутренний контур (магистраль заземления), от него идут к нейтрали трансформатора и только потом в РУНН происходит деление PEN на РЕ и N. Соединение внутреннего контура с РЕ-шиной (ГЗШ) не показано.

Возникает вопрос о правильности такого решения. На мой взгляд, правильнее было бы заземляющие проводники PEN заводить напрямую к нейтрали трансформатора, а уже потом магистраль заземления присоединять непосредственно к РЕ-шине РУНН.

ОТВЕТ

**Александр Шалыгин,**

ИКЦ МИЭЭ

С точки зрения обеспечения электробезопасности оба указанных варианта возможны. Более того, можно предложить еще два-три варианта выполнения соединений защитных проводников (заземляющих, уравнивания потенциалов, PEN, РЕ, PЕС и др.) в помещении распределительных подстанций 10/0,4 кВ.

Конечно, этот вопрос надо формализовать и принять какие-то конкретные решения.

Но в помещении трансформаторной подстанции проходит граница между средним и низким уровнем напряжения, и эта граница отнюдь не виртуальна. Это граница между двумя ведомствами, между двумя системами нормативных документов. То есть вопрос уходит из технической области.

Если в части низковольтных установок вопросы нормоприменения в основном решены, то в части установок среднего и высокого напряжения, кроме ограниченного числа ведомственных документов, практически ничего нет. Такое положение существует не только у нас, но и в других странах.

К большому сожалению, при подготовке главы 1.7 ПУЭ авторы не учли многие вопросы по стыковке систем с разным уровнем напряжения и, более того, допустили ряд грубейших ошибок в части выполнения заземления, влияющих на уровень электробезопасности. Например, п. 1.7.97 ПУЭ 7-го изд. в нарушение действующих стандартов исключил необходимость выполнения защиты от перенапряжений в установках напряжением до 1 кВ при замыканиях на стороне напряжения выше 1 кВ.



Михаил Малолетков,
Уралспецавтоматика

Что понимается под «общим сопротивлением растеканию заземлителей (в том числе естественных) всех повторных заземлений PEN-проводника» в п. 1.7.103 ПУЭ и как его вычислить?



Александр Шалыгин,
ИКЦ МИЭЭ

Пункт 1.7.103 ПУЭ 7-го изд. переписан из главы 1.7 ПУЭ 6-го изд. (п. 1.7.64) без ревизии и исправления ошибок. Когда речь идет о сопротивлении заземления в системе TN, то имеется в виду сопротивление, измеренное относительно нейтрали источника питания. Для ВЛ напряжением до 1 кВ это нейтраль распределительного трансформатора 10/0,4 кВ.

Пользуясь представившимся случаем, в порядке обсуждения хочу обратить внимание электротехнического сообщества на некоторые вопросы, связанные с параметрами заземления, приведенными в действующих нормативных документах.

1. Параметры заземляющих устройств, приведенные в пп. 1.7.97, 1.7.101 и 1.7.103 ПУЭ 7-го изд., не обеспечивают необходимого уровня безопасности и противоречат указаниям действующих национальных и международных стандартов на электроустановки зданий и разделу «Общие требования» самой главы 1.7 ПУЭ 7-го изд., в частности пп. 1.7.51, 1.7.53–1.7.56.

2. Параметры заземляющих устройств должны рассчитываться по заданному напряжению прикосновения для стандартных моделей.

В ПУЭ всех изданий приведены не требуемые значения параметров заземления, а некоторые максимальные значения, выше которых подниматься нельзя даже в случае, если расчетные значения получились большими. Понимать соответствующие пункты ПУЭ надо именно так.

3. Значение величины сопротивления заземления 10 Ом, приведенное в п. 1.7.103 ПУЭ 7-го изд. (п. 1.7.64 ПУЭ 6-го изд.), применимо как ограничительное при мощности трансформатора не более 100 кВА (см. п. 1-7-41 ПУЭ 4-го изд.).

4. Для тех, кто интересуется данным вопросом, рекомендую изучить книгу Долина П.А. «Основы техники безопасности в электроустановках». Москва: изд-во «Знак», 2000.



Михаил Ефимов,
Головной институт «ВНИПИЭТ»

Имеется особо сырое помещение промышленного объекта с проводящими полами и стенами. Электроснабжение трехфазного передвижного мощного агрегата предполагается выполнить через розетку (IP67) от трехфазного разделительного трансформатора, размещаемого в другом помещении с нормальными условиями. Заземление экрана разделительного трансформатора выполняется от отдельного очагового заземлителя.

Нужно ли заземлять корпус мощного агрегата (как в системе IT)? Если нет, то будет ли работать система контроля изоляции при пробое фазы на корпус агрегата? Ведь в этом случае контакт с землей возникнет только тогда, когда человек дотронется до корпуса агрегата и через него пойдет ток (правда, небольшой). А если корпус все-таки нужно присоединить к очаговому заземлителю, то можно ли проложить РЕ-проводник от трансформатора до защитного контакта розетки в составе питающего кабеля или его надо прокладывать отдельно?

Нужно ли присоединять металлический корпус разделительного трансформатора к общей системе уравнивания потенциалов (занулять) или только к очаговому заземлителю? И нужно ли делать перемычку между ГЗШ здания и шиной РЕ (FE) разделительного трансформатора, к которой присоединяется заземляющий проводник от очагового заземлителя?

В п. 1.7.85 ПУЭ сказано: «Токоведущие части цепи, питающейся от разделительного трансформатора, не должны иметь соединений с заземленными частями и защитными проводниками других цепей». Не совсем понятно, что именно имеется в виду: заземленные части только «других цепей» или токоведущие части цепи, питающейся от разделительного трансформатора, вообще не должны иметь соединений с землей? И обязательно ли использовать УЗО в цепи питания разделительного трансформатора?



Александр Шалыгин,
ИКЦ МИЭЭ

В вопросе не сказано о применении указаний главы 1.7 ПУЭ, раздел «Передвижные установки», пп. 1.7.155–1.7.169, хотя большинство предлагаемых мероприятий заимствовано из этого раздела.

Упомянутый случай гораздо более сложный и требует специального рассмотрения, поскольку имеет место сочетание нескольких неблагоприятных факторов внешних воздействий. Скорее всего потребуются применение системы БСНН с уровнем безопасного напряжения 12 В в сочетании с дополнительным уравниванием потенциалов и другими мероприятиями. Наиболее близким, но отраженным в нормативных документах случаем является применение мощных агрегатов

для плавательных бассейнов. С требованиями по обеспечению безопасности для подобных объектов можно ознакомиться в стандарте МЭК 60364-7-702:2010 (отечественный аналог ГОСТ Р 50571-7-702-2012 находится в стадии согласования) или изучить инструкцию по применению указанного специализированного оборудования.



Наталья Дегтярь,
индивидуальный предприниматель

В каких производственных помещениях нужно выполнять прокладку заземляющей полосы по периметру? В каких документах можно найти классификацию этих помещений? Меня интересуют помещения СТО: моечная, агрегатная, компрессорная.



Александр Шальгин,
ИКЦ МИЭЭ

В производственных и подобных помещениях в соответствии с нормами ПУЭ 6-го изд. выполнялось так называемое «зануление». Не вдаваясь в историю появления этого термина, заметим, что он является синонимом «защитного заземления в системе TN».

В производственных помещениях, за исключением взрывоопасных зон, зануление, как правило, выполнялось путем присоединения открытых проводящих частей оборудования к общему контуру заземления. Контур выполнялся обычно стальной полосой, проложенной по периметру. Питание трехфазного оборудования осуществлялось в основном трехжильными кабелями.

В соответствии с действующими в настоящее время нормами, в системе защитного заземления TN (применять надо именно этот термин) в качестве защитного РЕ-проводника следует использовать жилу кабеля или совместно проложенный проводник. Это и другие требования отражены в разработанном нашим институтом техническом циркуляре (ТЦ) № 27/2009.

В ТЦ № 27/2009, в частности, указано, что:

- Использование общей заземляющей магистрали, проложенной в помещении, в качестве защитного РЕ-проводника для объектов нового строительства не рекомендуется. Данное указание не распространяется на энергетические объекты, расположенные в специальных электротехнических помещениях, например на подстанции 10/0,4 кВ.
- При частичной реконструкции объектов, где защитное заземление (зануление) выполнено с использованием общей заземляющей магистрали, допускается ее использование в качестве защитного РЕ-проводника, при этом должны быть выполнены условия по времени автоматического отключения питания, установленные положениями главы 1.7 ПУЭ.

Кроме того, в циркуляре указано, что:

- В установках, где для защиты от поражения электрическим током используется автоматическое отключение питания, может выполняться дополнительное уравнивание потенциалов. Для ряда помещений указание о необходимости выполнения дополнительного уравнивания потенциалов является обязательным. К таким помещениям относятся, например, взрывоопасные помещения и установки, производственные помещения, насыщенные оборудованием и конструкциями с проводящими частями, медицинские помещения групп 1 и 2, помещения ванн и душевых, стесненные помещения, насыщенные проводящими частями, помещения жилых и общественных зданий с инженерным оборудованием, например венткамеры, машинные залы лифтов и др. Указанные в вопросе типы помещений попадают под определения данного пункта ТЦ и требуют выполнения контура для дополнительного уравнивания потенциалов.



Николай Епанчинцев,
филиал «МРСК – Центра» – «Ярэнерго»

В соответствии с ПУЭ 7-го изд. (п. 2.5.129, подп. 3) опоры ВЛ 6–35 кВ с оборудованием могут иметь контур заземления до 30 Ом. По документу «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» (табл. 28.1, п. 3) сопротивление заземлений опор 6–35 кВ с оборудованием не должно превышать 10 Ом.

Если контуры заземлений ВЛ выполнять при новом строительстве по ПУЭ, то при приемосдаточных испытаниях и в эксплуатации подавляющее большинство контуров будет забраковано. Каким образом можно разрешить это противоречие?



Виктор Шатров,
НП СРО «Обинж-Энерго»

Указанные в вопросе противоречия в упомянутых документах, к сожалению, имеются.

«Объемами и нормами испытаний электрооборудования» (РД 34.45-51-300-97), табл. 28.1, возможность выполнения заземляющего устройства опор ВЛ напряжением выше 1 кВ со значением сопротивления 30 Ом предусмотрена при значениях удельного эквивалентного сопротивления грунта от 1000 до 5000 Ом·м и для опор ВЛ 3–20 кВ, расположенных в ненаселенной местности. В случае установки электрооборудования на опорах ВЛ напряжением 3–35 кВ сопротивление заземляющего устройства установлено 250/I (I – расчетный ток замыкания на землю), но не более 10 Ом. Сопротивление заземлителя не более 10 Ом должны иметь металлические и железобетонные опоры ВЛ напряжением 6–20 кВ, расположенные в населенной местности, и опоры

ВЛ напряжением 110 кВ и выше с установленным на них электрооборудованием.

Указание ПУЭ 7-го изд. о возможности выполнения сопротивления заземляющего устройства опор ВЛ напряжением 3–35 кВ с установленным на них электрооборудованием (силовые или измерительные трансформаторы, другие аппараты) со значением 30 Ом, по моему мнению, ошибочно.

Способом разрешения этого противоречия, до согласования требований разных документов, может быть соответствующее указание в техническом задании на проектирование конкретной ВЛ.



Андрей Дмитриев,
Металлпресс

При проектировании системы заземления возник вопрос: в промышленном здании существует несколько ТП. В электрощитовой каждой ТП расположены отдельно установленные шины ГЗШ (не в составе шкафов ВРУ) без подключения их к нулевым защитным проводникам РЕ. Сечение шин ГЗШ согласно техническому циркуляру № 6/2004 выбрано «...равным половине сечения РЕ-шины наибольшей из всех РЕ-шин, но не менее меньшего из сечений РЕ-шин вводных устройств». Нужно ли соединять между собой отдельно установленные шины ГЗШ, т.к. в циркуляре № 6/2004 сказано о соединении между собой только шин РЕ, использованных в качестве шин ГЗШ? И если нужно, то проводником какого сечения или по каким параметрам выбирать данный проводник?



Александр Шалыгин,
ИКЦ МИЭЭ

Указания главы 1.7 ПУЭ и Технического циркуляра № 6/2004 в части организации системы уравнивания потенциалов не распространяются на случай наличия нескольких ТП в одном здании.

Очевидно, что в этом случае никаких дополнительных связей между ГЗШ или РЕ-шинами РУНН выполнять не требуется, так как нейтрали всех ТП должны быть присоединены к общему заземляющему устройству.



Александр Милимонов,
Промстрой

Следует ли, исходя из требований п. 7.10 СП 31-110-2003 о подключении щита (панели) АВР после аппарата управления и до аппарата защиты (рубильник, предохранитель) или до аппарата управления и защиты (автоматический выключатель), что для технических средств противопожарной защиты (пожарные насосы, системы дымоудаления и подпора воздуха

и т.д.), относящихся к потребителям I категории по надежности электроснабжения, недопустимо предусматривать защитные аппараты также и в питающих их групповых или распределительных силовых линиях?



Александр Шалыгин,
ИКЦ МИЭЭ

Пункт 7.10 СП 31-110-2003 регламентирует подключение питания шкафов АВР (панелей АВР) на вводе в ГРЩ (ВРУ), что обеспечивает гарантированное питание электроприемников I категории по надежности электроснабжения.

Защитные аппараты в распределительных или групповых линиях обеспечивают защиту питающих кабелей и самих электроприемников I категории. При этом защита от коротких замыканий должна осуществляться всегда, а защита от перегрузок в отдельных случаях может не применяться.



Максим Тулак,
Теплодинамика

Необходимо ли подключать корпус электродвигателя насоса к дополнительной системе уравнивания потенциалов или достаточно защитного РЕ-проводника в составе питающего кабеля электродвигателя? На корпусе электродвигателя не предусмотрен болт для подключения заземления, только на клеммной колодке.



Александр Шалыгин,
ИКЦ МИЭЭ

В системе защитного заземления TN для защиты при повреждении изоляции применяется защитная мера – «автоматическое отключение питания». Для обеспечения данного вида защиты открытые проводящие установки потребителя следует подключить с помощью РЕ-проводника к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Лучшим вариантом выполнения РЕ-проводника является использование жилы питающего кабеля. Сторонние проводящие части в системе защитного заземления TN, как правило, не используются.

В помещении насосной необходимо выполнить дополнительное уравнивание потенциалов. Конструктивно это выполняется контуром в виде шины «полосы», проложенной по периметру помещения, к которой подключаются сторонние и открытые проводящие части. Корпус электродвигателя насоса, как правило, имеет хорошую электрическую связь через элементы крепления (установки), в этом случае не требуется прокладка специального проводника для присоединения к дополнительной системе уравнивания потенциалов.