Автор: Андрющенко Виктор Валентинович
14.06.2008 23:00 - Обновлено 08.02.2012 12:48

Козлов Александр Михайлович, US8IDZ

Заземление (зануление).

Говоря в общем, можно заметить, что великая и ужасная сила электричества давно описана, подсчитана, занесена в толстые таблицы. Нормативная база, определяющая пути синусоидальных электрических сигналов частоты 50 Гц способна ввергнуть любого неофита в ужас своим объемом. И, несмотря на это, любому завсегдатаю технических форумов давно известно - нет более скандального вопроса, чем заземление.

Масса противоречивых мнений на деле мало способствует установлению истины. Тем более, вопрос этот на самом деле серьезный, и требует более пристального рассмотрения.

Основные понятия

Если опустить вступление "библии электрика" (ПУЭ), то для понимания технологии заземления нужно обратиться (для начала) к Главе 1.7, которая так и называется "Заземление и защитные меры электробезопасности".

В п. 1.7.2. сказано: *Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:*

электроустановки выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью (с большими токами замыкания на землю), ;

- *электроустановки выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью (с малыми токами замыкания на землю);*

- *электроустановки до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью;*
- *электроустановки до 1 кВ с изолированной нейтралью.*

В подавляющем большинстве жилых и офисных домов России используется глухозаземленная нейтраль. Пункт 1.7.4. гласит:

Глухозаземленной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформаторы тока).

Термин не совсем понятный на первый взгляд - нейтраль и заземляющее устройство на каждом шагу в научно-популярной прессе не встречаются. Поэтому, ниже все непонятные места будут постепенно объяснены.

При описании остальных вариантов устройств электроустановок проще всего поступить как в одном из вариантов инструкции на Роллс-Ройс - "если автомобиль сломался, Ваш водитель наверняка знает, что нужно делать". По крайней мере схемы, отличные от глухозаземленной нейтрали, встречаются при строительстве домашних сетей немногим чаще, чем Роллс-Ройсы на улицах.

Введем немного терминов - так можно будет по крайней мере говорить на одном языке. Возможно, пункты будут казаться "вытащенными из контекста". Но ПУЭ не художественная литература, и такое раздельное использование должно быть вполне обоснованно - как применение отдельных статей УК. Впрочем, оригинал ПУЭ вполне доступен как в книжных магазинах, так и в сети - всегда можно обратиться к первоисточнику.

- *1.7.6. Заземлением какой-либо части электроустановки или другой установки называется преднамеренное электрическое соединение этой части с заземляющим устройством.*
- *1.7.7. Защитным заземлением называется заземление частей электроустановки с целью обеспечения электробезопасности.*
- *1.7.8. Рабочим заземлением называется заземление какой-либо точки токоведущих частей электроустановки, необходимое для обеспечения работы электроустановки.*

- *1.7.9. Занулением в электроустановках напряжением до 1 кВ называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока.*
- *1.7.12. Заземлителем называется проводник (электрод) или совокупность металлически соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей.*
- *1.7.16. Заземляющим проводником называется проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем.*
- *1.7.17. Защитным проводником (PE) в электроустановках называется проводник, применяемый для защиты от поражения людей и животных электрическим током. В электроустановках до 1 кВ защитный проводник, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора, называется нулевым защитным проводником.*
- *1.7.18. Нулевым рабочим проводником (N) в электроустановках до 1 кВ называется проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока. Совмещенным нулевым защитным и нулевым рабочим проводником (PEN) в электроустановках до 1 кВ называется проводник, сочетающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников. В электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью нулевой рабочий проводник может выполнять функции нулевого защитного проводника.*



Рис. 4.5. Отличие защитного заземления и защитного "нуля"

Итак, прямо из терминов ПУЭ следует простой вывод. Различия между "землей" и "нулем" очень небольшие... На первый взгляд (сколько копий сломано на этом месте). По крайней мере, они обязательно должны быть соединены (или даже могут быть выполнены "в одном флаконе"). Вопрос только, где и как это сделано.

Попутно отметим п. 1.7.33.

Заземление или зануление электроустановок следует выполнять:

- *при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока - во всех электроустановках (см. также 1.7.44 и 1.7.48);*
- *при номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока - только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.*

Иначе говоря, заземлять или занулять устройство, подключенное к напряжению 220 вольт переменного тока совсем не обязательно. И в этом нет ничего особо удивительного - третьего провода в обычных советских розетках реально не наблюдается. Можно сказать, что вступающий на практике в свои права Евростандарт (или близкая к нему новая редакция ПУЭ) лучше, надежнее, и безопаснее. Но по старому ПУЭ у нас в стране жили десятки лет... И что особенно важно, дома строили целыми городами.

Однако, когда речь идет о заземлении, дело не только в напряжении питания. Хорошая иллюстрация этого - ВСН 59-88 (Госкомархитектуры) "Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования" Выдержка из главы 15. Заземление (зануление) и защитные меры безопасности:

15.4. Для заземления (зануления) металлических корпусов бытовых кондиционеров

воздуха, стационарных и переносных бытовых приборов класса I (не имеющих двойной или усиленной изоляции), бытовых электроприборов мощностью св. 1,3 кВт, корпусов трехфазных и однофазных электроплит, варочных котлов и другого теплового оборудования, а также металлических нетоковедущих частей технологического оборудования помещений с мокрыми процессами следует применять отдельный проводник сечением, равным фазному, прокладываемый от щита или щитка, к которому подключен данный электроприемник, а в линиях питающих медицинскую аппаратуру, - от ВРУ или ГРЩ здания. Этот проводник присоединяется к нулевому проводнику питающей сети. Использование для этой цели рабочего нулевого проводника запрещается.

Получается нормативный парадокс. Одним из видимых на бытовом уровне результатов стало комплектование стиральных машин "Вятка-автомат" моточком одножильного алюминиевого провода с требованием выполнить заземление (руками сертифицированного специалиста).

И еще один интересный момент:. *1.7.39. В электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью или глухозаземленным выводом источника однофазного тока, а также с глухозаземленной средней точкой в трехпроводных сетях постоянного тока должно быть выполнено зануление. Применение в таких электроустановках заземления корпусов электроприемников без их зануления не допускается.*

Практически это означает - хочешь "заземлить" - сначала "занули". Кстати, это имеет прямое отношение к знаменитому вопросу "забатареивания" - которое по совершенно непонятной причине ошибочно считается лучше зануления (заземления).

Параметры заземления

Следующий аспект, которые необходимо рассмотреть - числовые параметры заземления. Так как физически это не более чем проводник (или множество проводников), то главной его характеристикой будет сопротивление.

1.7.62. Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генераторов или трансформаторов или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. Это сопротивление должно быть обеспечено с учетом использования естественных заземлителей, а также заземлителей повторных заземлений нулевого провода ВЛ до 1 кВ при количестве отходящих линий не менее двух. При этом сопротивление заземлителя, расположенного в непосредственной близости от нейтрали генератора или трансформатора или вывода источника однофазного тока, должно быть не более: 15, 30 и 60 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока.

Для меньшего напряжения допустимо большее сопротивление. Это вполне понятно - первая цель заземления - обеспечить безопасность человека в классическом случае попадания "фазы" на корпус электроустановки. Чем меньше сопротивление, тем меньшая часть потенциала может оказаться "на корпусе" в случае аварии. Следовательно, в первую очередь нужно снижать опасность для более высокого напряжения.

Дополнительно нужно учитывать, что заземление служит и для нормальной работы предохранителей. Для этого необходимо, что бы линия при пробое "на корпус" существенно изменяла свойства (прежде всего сопротивление), иначе срабатывания не произойдет. Чем больше мощность электроустановки (и потребляемое напряжение), тем ниже ее рабочее сопротивление, и соответственно должно быть ниже сопротивление заземления (иначе при аварии предохранители не сработают от незначительного изменения суммарного сопротивления цепи).

Следующий нормируемый параметр - сечение проводников.*1.7.76. Заземляющие и нулевые защитные проводники в электроустановках до 1 кВ должны иметь размеры не менее приведенных в табл. 1.7.1 (см. также 1.7.96 и 1.7.104) .*

Приводить всю таблицу не целесообразно, достаточно выдержки:

Для неизолированных медных минимальное сечение составляет 4 кв. мм, для

алюминиевых - 6 кв. мм. Для изолированных, соответственно, 1,5 кв. мм и 2,5 кв. мм. Если заземляющие проводники идут в одном кабеле с силовой проводкой, их сечение может составлять 1 кв. мм для меди, и 2,5 кв. мм для алюминия.

Заземление в жилом доме

В обычной "бытовой" ситуации пользователи электросети (т.е. жильцы) имеют дело только с Групповой сетью (*7.1.12 ПУЭ. Групповая сеть - сеть от щитков и распределительных пунктов до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников*). Хотя в старых домах, где щитки установлены прямо в квартирах, им приходится сталкиваться с частью Распределительной сети (*7.1.11 ПУЭ. Распределительная сеть - сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов и щитков*). Это желательно хорошо понимать, ведь часто "ноль" и "земля" отличаются только местом соединения с основными коммуникациями.

Из этого в ПУЭ сформулировано первое правило заземления:

*7.1.36. Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный - L, нулевой рабочий - N
и нулевой защитный - PE проводники). Не допускается объединение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников различных групповых линий. Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать на щитках под общий контактный зажим.*

Т.е. от этажного, квартирного или группового щитка нужно прокладывать 3 (три) провода, один из которых защитный нуль (совсем не земля). Что, впрочем, вовсе не мешает использовать ее для заземления компьютера, экрана кабеля, или "хвостика" грозозащиты. Вроде бы все просто, и не совсем понятно, зачем углубляться в такие

сложности.

Можно посмотреть на свою домашнюю розетку... И с вероятностью около 80% не увидеть там третьего контакта. Чем отличается нулевой рабочий и нулевой защитный проводники? В щитке они соединяются на одной шине (пусть не в одной точке). Что будет, если использовать в данной ситуации рабочий ноль в качестве защитного?

Предполагать, что нерадивый электрик перепутает в щитке фазу и ноль, сложно. Хоть этим постоянно пугают пользователей, но ошибиться невозможно в любом состоянии (хотя бывают уникальные случаи). Однако "рабочий ноль" идет по многочисленным штробам, вероятно проходит через несколько распределительных коробочек (обычно небольшие, круглые, смонтированы в стене недалеко от потолка).

Перепутать фазу с нулем там уже намного проще (сам это делал не раз). А в результате на корпусе неправильно "заземленого" устройства окажется 220 вольт. Или еще проще - отгорит где-то в цепи контакт - и почти те же 220 пройдут на корпус через нагрузку электропотребителя (если это электроплита на 2-3 кВт, то мало не покажется).

Для функции защиты человека - прямо скажем, никуда не годная ситуация. Но для подключения заземления грозозащиты типа АРС не фатальная, так как там установлена высоковольтная развязка. Однако рекомендовать такой способ было бы однозначно неправильно с точки зрения безопасности. Хотя надо признать, что нарушается эта норма очень часто (и как правило без каких-либо неблагоприятных последствий).

Надо отметить, что грозозащитные возможности рабочего и защитного нуля примерно равны. Сопротивление (до соединительной шины) отличается незначительно, а это, пожалуй, главный фактор, влияющий на стекание атмосферных наводок.

Из дальнейшего текста ПУЭ можно заметить, что к нулевому защитному проводнику нужно присоединять буквально все, что есть в доме:

7.1.68. Во всех помещениях необходимо присоединять открытые проводящие части

светильников общего освещения и стационарных электроприемников (электрических плит, кипятильников, бытовых кондиционеров, электрополотенец и т.п.) к нулевому защитному проводнику.

Вообще, это проще представить следующей иллюстрацией:

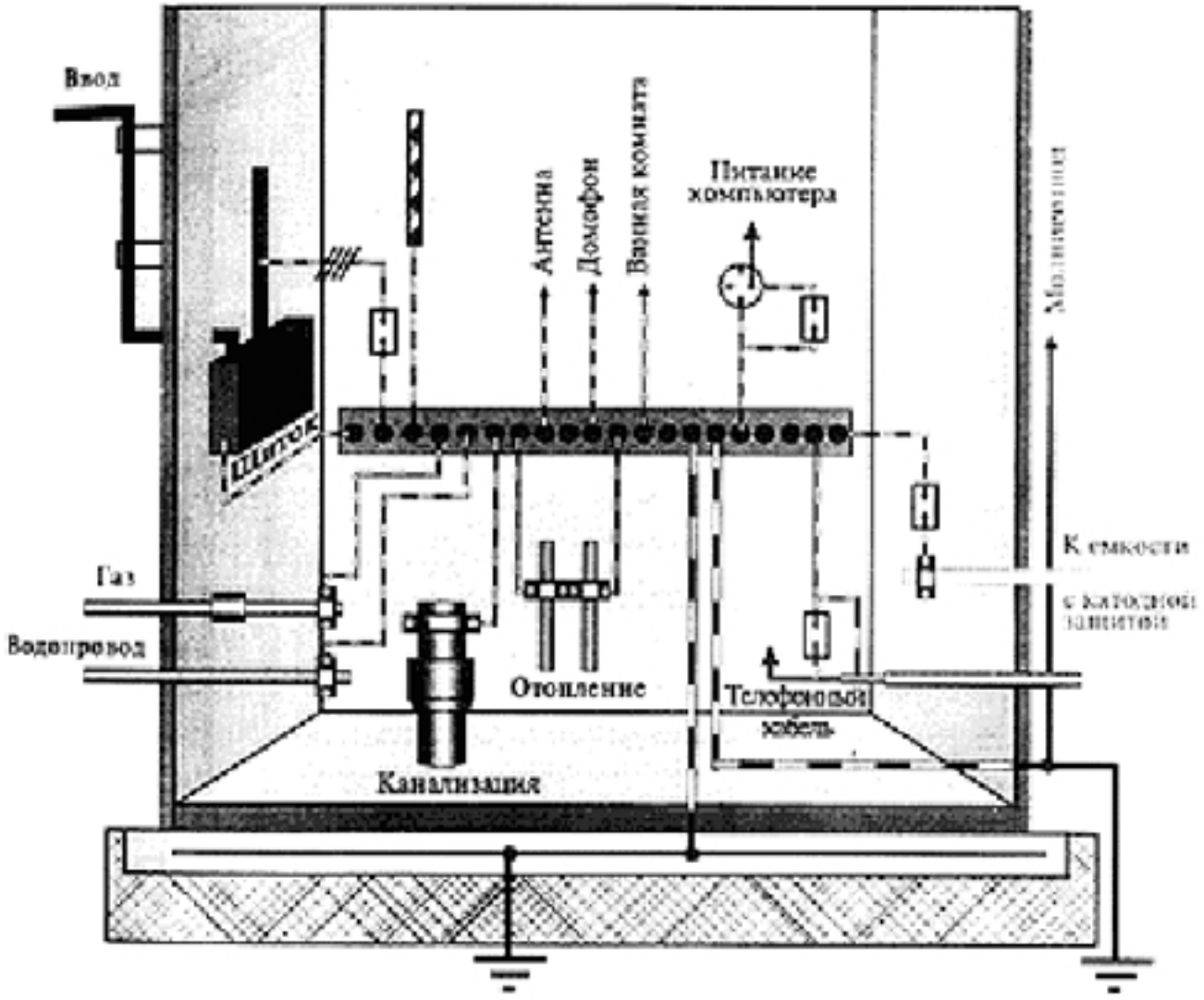


Рис. 4.6. Схема заземления.

Картина довольна необычная (для бытового восприятия). Буквально все, что есть в доме, должно быть заземлено на специальную шину. Поэтому может возникнуть вопрос - ведь жили без этого десятки лет, и все живы-здоровы (и слава Богу)? Зачем все так серьезно менять? Ответ простой - потребителей электричества становится больше, и они все мощнее. Соответственно, риски поражения вырастают.

Но зависимость безопасности и стоимости величина статистическая, и экономию никто не отменял. Поэтому слепо класть по периметру квартиры медную полосу приличного сечения (вместо плинтуса), заводя на нее все, вплоть до металлических ножек стула, не стоит. Как не стоит ходить в шубе летом, и постоянно носить мотоциклетный шлем. Это уже вопрос адекватности.

Так же в область ненаучного подхода стоит отнести самостоятельное рытье траншей под защитный контур (в городском доме кроме проблем это заведомо ничего не принесет). А для желающих все же испытать все прелести жизни - в первой главе ПУЭ есть нормативы на изготовление этого фундаментального сооружения (в совершено прямом смысле этого слова).

Подводя итоги вышесказанному, можно сделать следующие практические выводы:

- Если Групповая сеть выполнена тремя проводами, для заземления/зануления можно использовать защитный ноль. Он, собственно, для того и придуман.
- Если Групповая сеть выполнена двумя проводами, желательно завести защитный нулевой провод от ближайшего щитка. Сечение провода должно быть более, чем фазного (точнее можно справиться в ПУЭ).

При двухпроводной сети нельзя заземлять корпус устройства на рабочий ноль. В крайнем случае, и соблюдая осторожность, можно так заземлить выводы грозозащиты с высоковольтной развязкой.

На этом можно было бы закончить изложение, если бы сеть располагалась в пределах одного здания (вернее, одной комнаты с единой шиной). Реально домашние сети имеют большие воздушные пролеты (и что самое неприятное, выполнены на приличной высоте). Поэтому нужно отдельно и подробно рассмотреть вопрос молниезащиты.

Молниезащита кабелей.

Можно сформулировать основную задачу. Это, во-первых, защитить сеть от грозы (в основном атмосферных электрических разрядов), во-вторых, сделать это, не принеся вреда существующей электрической разводке (и подключенным к ней потребителям). При этом часто приходится решать "сопутствующую" задачу приведения в нормальное состояние заземления и устройства выравнивания потенциалов в реальной распределительной сети.

Основные понятия.

Если говорить о документах, то молниезащита должна соответствовать РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" и ГОСТ Р 50571.18-2000, ГОСТ Р 50571.19-2000, ГОСТ Р 50571.20-2000.

Вот термины:

1. Прямой удар молнии - непосредственный контакт канала молнии с зданием или сооружением, сопровождающийся протеканием через него тока молнии.
2. Вторичное проявление молнии - наведение потенциалов на металлических элементах конструкции, оборудования, в незамкнутых металлических контурах, вызванное близкими разрядами молнии и создающее опасность искрения внутри защищаемого объекта.
3. Занос высокого потенциала - перенесение в защищаемое здание или сооружение по протяженным металлическим коммуникациям (подземным и наземным трубопроводам,

кабелям и т.п.) электрических потенциалов, возникающих при прямых и близких ударах молнии и создающих опасность искрения внутри защищаемого объекта.

От прямого удара молнии защититься сложно и дорого. Над каждым кабелем громоотвод не поставить (хотя можно полностью перейти на оптоволокно с неметаллическим несущим тросом). Остается надеяться на ничтожную вероятность такого неприятного события. И мириться с шансом испарения кабеля и полного выгорания оконечного оборудования (вместе с защитами).

С другой стороны, занос высокого потенциала не слишком опасен, конечно, для жилого дома, а не порохового склада. Действительно, длительность наведенного молнией импульса - много менее секунды (в качестве тестового обычно принимают 60 миллисекунд, или 0,06 секунды). Сечение проводников витой пары - 0,4 мм. соответственно, для заноса большой энергий потребуется напряжение очень большой величины. Такое, к сожалению, бывает - так же как вполне реально прямое попадание молнии в крышу дома.

Повредить типичный силовой источник питания коротким высоковольтным всплеском малореально. Трансформатор его просто не пропустит дальше первичной обмотки. Да и у импульсного преобразователя есть достаточная защита.

В качестве примера можно привести силовую проводку в сельской местности - где кабеля подходят к зданию по воздуху, и конечно, подвергаются значительным наводкам во время гроз. Никакой особой защиты при этом обычно не предусматривается (кроме плавких предохранителей или искровых промежутков). Но случаи выхода из строя электроприборов не слишком распространены (хотя бывают чаще, чем в городе).

Система выравнивания потенциалов.

Таким образом наибольшую практическую опасность представляет вторичные проявления молнии (иначе говоря наводки). При этом поражающими факторами будут:

- возникновение высокой разности потенциалов между токопроводящими частями сети;
- наведение высоких напряжений в длинных проводниках (кабелях)

Защитой от этих факторов служат, соответственно:

- выравнивание потенциалов всех токопроводящих частей (в простейшем случае - соединение в одной точке), и малое сопротивление заземляющего контура;
- экранирование защищаемых кабелей.

Начнем с описания системы уравнивания потенциалов - как с того фундамента, без которого применение любых защитных устройств не даст положительного результата.

7.1.87. На вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- *основной (магистральный) защитный проводник;*
- *основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;*
- *стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;*
- *металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Такие проводящие части должны быть соединены между собой на вводе в здание.*
- *Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов.*

7.1.88. К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток)...

Схематически заземление экрана кабеля, грозозащит и активного оборудования по новой редакции ПУЭ должно производиться следующим образом:

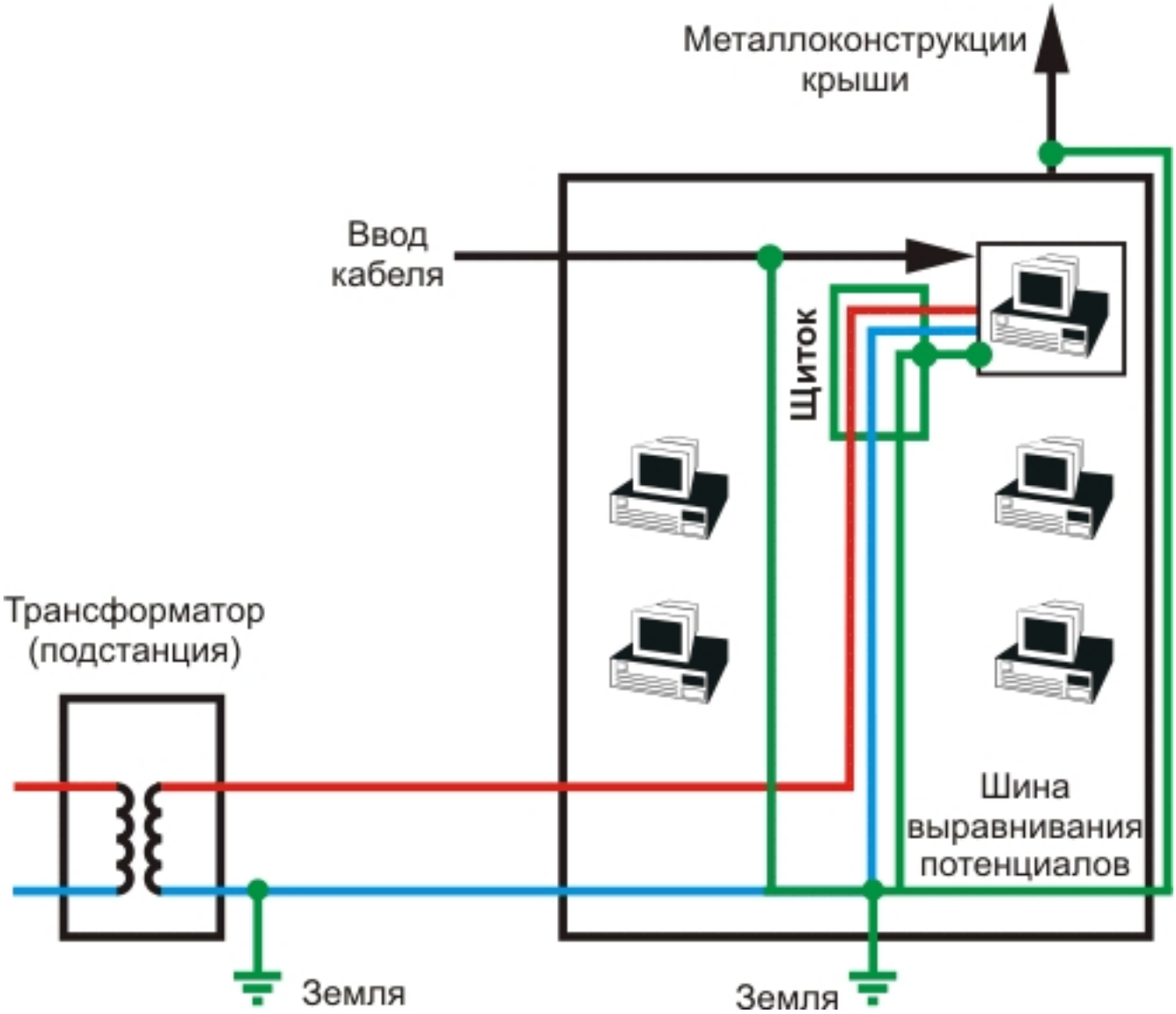


Рис. 4.7. Заземление экранов кабелей, грозозащит и активного оборудования по новой редакции ПУЭ.

В то время как старая редакция предусматривала такую схему:

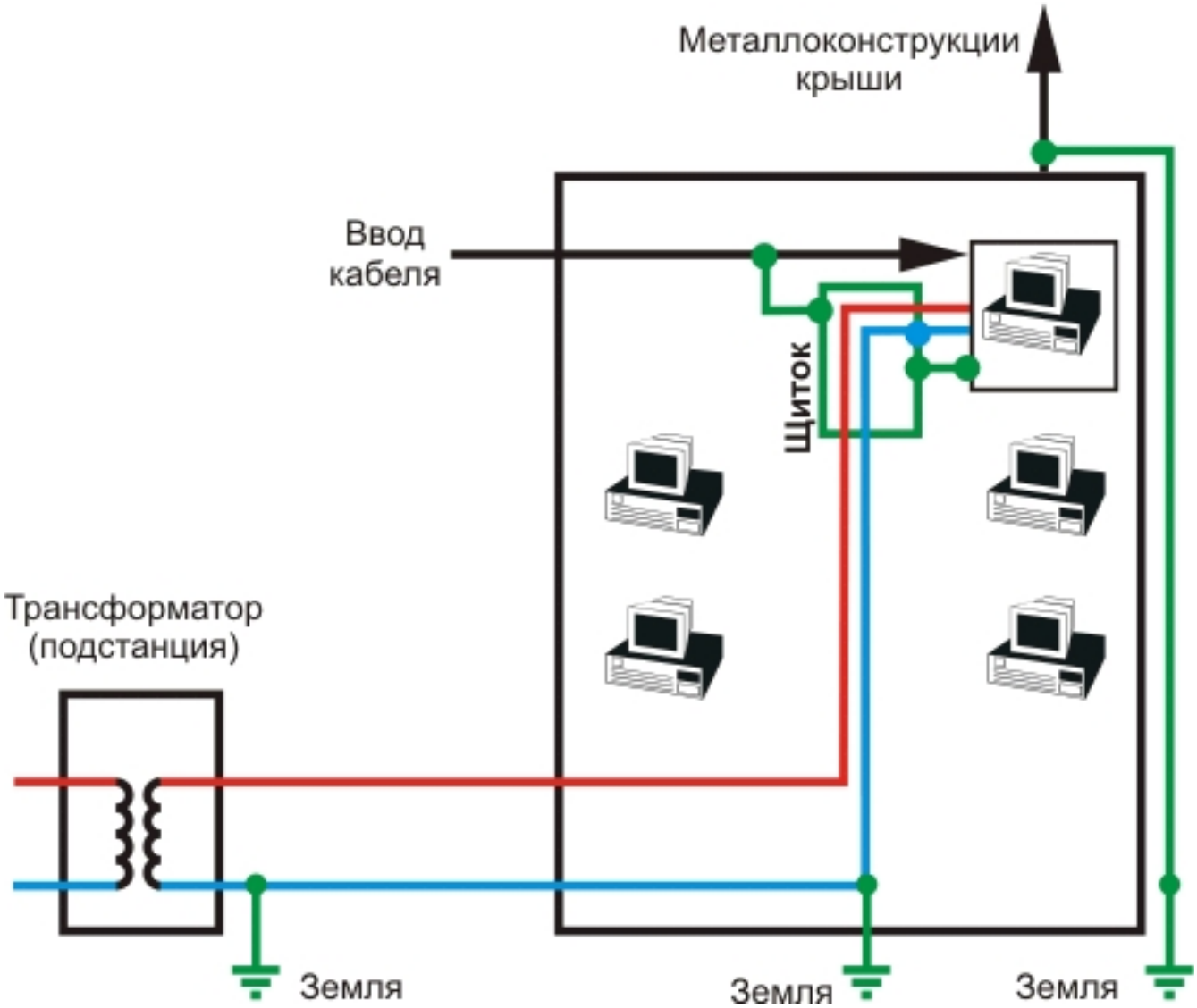


Рис. 4.8. Заземление экранов кабелей, грозозащит и активного оборудования в старой редакции ПУЭ.

Отличия, при всей внешней незначительности, достаточно принципиальны. Например, для эффективной грозозащиты активного оборудования желательно, что бы все потенциалы колебались вокруг единой "земли" (причем имеющей низкое сопротивление заземлителя).

Увы, слишком мало пока в России построено зданий по новому, более эффективному ПУЭ. И можно твердо сказать - "земли" в наших домах нет.

Что делать в этом случае? Вариантов два - переделывать всю сеть электроснабжения дома (нереальный вариант), либо грамотно использовать то, что есть в наличии (но при этом помнить, к чему надо стремиться).

Заземление кабелей и оборудования.

С заземлением активного оборудования сложностей обычно не бывает. Если оно промышленной серии, то наверняка имеет для этого специальную клемму. Хуже с недорогими настольными моделями - в них понятия "земли" просто нет (и заземлять, соответственно, нечего). И больший риск повреждения сполна компенсируется низкой стоимостью.

Вопрос кабельной инфраструктуры значительно сложнее. Единственный элемент кабеля, который можно заземлить без потерь полезного сигнала - это экран. Целесообразно ли использовать такие кабеля для прокладок "воздушек"? Для ответа мне бы хотелось просто привести длинную цитату:

В 1995 году независимой лабораторией была проведена серия сравнительных испытаний экранированной и неэкранированной кабельных систем. Аналогичные тесты проводились также осенью 1997 года. Контролируемый отрезок кабеля длиной 10 метров прокладывался в защищенной от внешних помех эхопоглощающей камере. Одно окончание линии подключалось к сетевому концентратору 100Base-T, а второе - к сетевому адаптеру персонального компьютера. Контрольная часть кабеля подвергалась воздействию наводок напряженностью поля 3 В/м и 10 В/м в диапазоне частот от 30 МГц до 200 МГц. Были получены два существенных результата.

Во-первых, уровень наводок в неэкранированном кабеле категории 5 оказался большим в 5-10 раз, чем в экранированном при напряженности радиочастотного поля 3 В/м. Во-вторых, при отсутствии сетевого трафика, концентратор сети, выполненной на неэкранированном кабеле, показал на некоторых частотах загрузку сети более 80%. Уровень сигналов протокола 100Base-T на частотах свыше 60 МГц очень мал, но очень важен для восстановления формы сигнала. Однако, даже при наличии помех на частоте свыше 100 МГц неэкранированная система не выдержала испытаний. При этом отмечалось снижение скорости передачи данных на два порядка.

Экранированные кабельные системы выдержали все испытания, однако для их успешного функционирования чрезвычайно важно наличие эффективного заземления.

Тут нужно сделать важное замечание. В традиционных СКС заземление выполняется по всей длине линии - непрерывно от одного порта активного оборудования до другого (хотя по идее, должно быть предусмотрено заземление в одной точке). Нормально заземлить большую распределенную сеть чрезвычайно сложно, и большинство инсталляторов не использует экранированные кабеля принципиально.

В "домашних" сетях нужно говорить не о заземлении сети, а о заземлении отдельных линий. Т.е. можно представить каждую отдельную линию как неэкранированную витую пару, проложенную в металлической трубе (ведь цель экрана защита "воздушной" части линии).

Это сильно упрощает дело. Как следствие, использование экранированного кабеля более чем целесообразно. Но только при хорошем заземлении при вводе в здание. Желательно сделать это с двух сторон по следующему правилу:

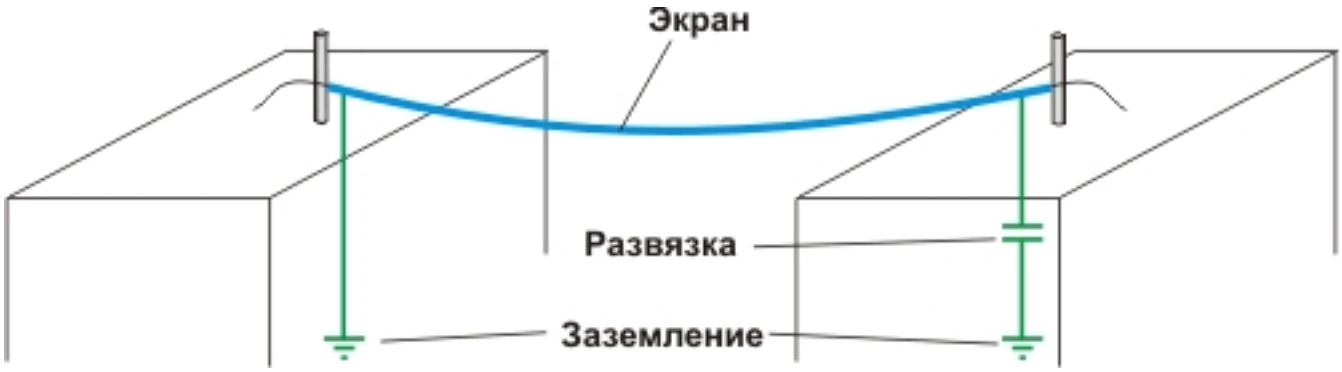


Рис. 4.9. Заземление экрана кабеля.

С одной стороны выполняется "глухое" заземление. С другой - через гальваническую развязку (разрядник, кондернсатор, искровой промежуток). В случае простого заземления с обеих сторон в замкнутой электрической цепи между зданиями могут возникнуть нежелательные уравнивающие токи и/или паразитные наводки.

В идеале желательно провести заземление отдельным проводом приличного сечения до подвала дома и присоединить его там прямо к шине выравнивателя потенциалов. Однако практически достаточно использовать ближайший защитный ноль. При этом эффективность грозозащиты сети снижается, но не слишком значительно, только незначительно (скорее в теории, чем на практике) увеличивается вероятность повреждения электропотребителей в доме занесенным потенциалом.

Дополнительно:

Ф.И. Седельников

Безопасность Жизнидеятельности (охрана труда)

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Вологда 2001

Рекомендовано УМО вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия

218. Области применения защитного заземления и зануления. Допустимые величины сопротивления заземляющих устройств

Согласно ГОСТ 12.1.030-81* и ПУЭ защитное заземление и зануление требуется выполнять при напряжении 380 В и выше переменного тока и от 110 до 440 В постоянного тока при работах в условиях повышенной опасности и особо опасных (ГОСТ 12.1.013-78). Величины сопротивления защитного заземления установлены ПУЭ. Электроустановки от 110 до750 кВ должны иметь защитное заземление сопротивлением не более 0,5 Ома, а на территории, занятой оборудованием, должно быть выполнено выравнивание потенциалов.

В электрических установках выше 1000 В в сети с изолированной нейтралью сопротивление заземлителя должно быть: $R_з = 250/J_з$, где $J_з$ - расчетная сила тока замыкания на землю, А. Если используется одновременно электрическая установка до 1000 В, то: $R_з = 125/J_з$

В электрических установках до 1000 В в сети с заземленной нейтралью, или заземленным выводом однофазного источника питания, а также с заземленной средней точкой в 3-х проводных сетях постоянного тока должно быть выполнено зануление.

При этом проводники должны быть выбраны таким образом, чтобы при замыкании на корпус или нулевой проводник возникал ток короткого замыкания, обеспечивающий отключение автомата или плавление плавкой вставки ближайшего предохранителя. В цепях зануления не должно быть разъединителей и предохранителей.

Сопротивление заземляющих устройств, к которым присоединены нейтрали трансформаторов (генераторов) или выводы источника однофазного тока, должны быть

не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при 380 , 220 и 127 В источника однофазного тока.

В электрических установках до 1000 В в сети с изолированной нейтралью или с изолированными выводами однофазного источника защитное заземление должно быть в сочетании с контролем сопротивления изоляции.

Величина сопротивления заземляющего устройства должна быть не более 10 Ом при мощности до 100 кВА и 4-х Ом соответственно более 100 кВА. Таким образом, защитное заземление применяется в сетях выше 1000 В с изолированной нейтралью или заземленной нейтралью, а в сетях до 1000 В - в сетях с изолированной нейтралью; зануление применяется в 4-х проводных сетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью.

Основным назначением защитного заземления и зануления является обеспечение срабатывания максимально-токовой защиты при замыкании на корпус или землю.

Необходимо иметь в виду, что при двойном замыкании на землю (двух фаз в разных точках) эффективность защитного заземления снижается, так как напряжение заземленных корпусов относительно земли будет частью линейного - пропорционально сопротивлениям заземлителей. Зануление не обеспечивает безопасность, если человек не может самостоятельно освободиться от воздействия тока до момента полного отключения сети.

Кроме того, зануление способствует выносу потенциала по нулевому проводнику на доступные к прикосновению проводящие части неповрежденного оборудования. Оно не защищает, если произойдет замыкание фазы на землю, минуя корпус, и переходное сопротивление в месте замыкания будет малым.

Опасно наличие зануления при обрыве нулевого проводника, когда все корпуса электроприемников за точкой обрыва могут оказаться под напряжением.