ПОСОБИЕ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАЗЕМЛЕНИЯ И УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Москва
2004 г.

gost.e-ecolog.ru

Казанцева Л.В.

Пособие по выполнению заземления и уравнивания потенциалов оборудования информационных технологий. Меры защиты от электромагнитных воздействий. Под ред. М. УИЦ НИИПроектэлектромонтаж (АПО), 2004. 48 с.

Приведены рекомендации по выполнению защитного и функционального заземления, электропроводок и уравнивания потенциалов в цепях оборудования информационных технологий в зданиях с учетом требований электробезопасности и обеспечения нормальной работы оборудования при наличии внешних электромагнитных воздействий.

Для инженерно-технического персонала, занятого проектированием, монтажом, наладкой и эксплуатацией электроустановок оборудования информационных технологий.

© Л.В. Казанцева
© УИЦ НИИПроектэлектромонтаж (АПО)

Содержание

1. Введение..... 2
2. Общие сведения 3
3. Источники электромагнитных воздействий и меры по их снижению..... 7
   - 3.1. Система TN..... 10
   - 3.2. Система TT..... 10
   - 3.3. Система IT..... 10
   - 3.4. Питание от нескольких источников..... 11
   - 3.5. Ввод в здание..... 11
   - 3.6. Установка оборудования в различных зданиях..... 11
   - 3.7. Переключение источников питания..... 12
   - 3.8. Установка оборудования в существующих зданиях... 12
   - 3.9. Размещение оборудования..... 13
   - 3.10. Аппараты защиты..... 13
   - 3.11. Кабели цепей сигнализации..... 13
4. Заземление и уравнивание потенциалов..... 13
   - 4.1. Соединение заземлителей..... 13
   - 4.2. Уравнивание потенциалов..... 14
   - 4.3. Функциональное заземление и уравнивание потенциалов..... 19
5. Электропроводки..... 21
   - 5.1. Требования к разделению кабелей 21
   - 5.2. Выбор конструкций..... 24
   - 5.3. Рекомендации по монтажу..... 26
6. Библиография..... 29
7. Приложение. Примеры способов снижения влияния помех..... 30

1.Введение

Данное пособие распространяется на установки оборудования информационных технологий в зданиях и имеет целью ознакомление специалистов, связанных с проблемами защитного и функционального заземления и уравнивания потенциалов такого оборудования, с состоянием вопроса на европейском и мировом уровне и с техническими требованиями, предусмотренными европейскими и международными нормативными документами для обеспечения безопасной и надежной работы оборудования в условиях внешних электромагнитных воздействий, которые могут приводить к сбоям в работе и повреждению частей оборудования.

При выполнении работы использован ряд действующих европейских стандартов [10-12] и ГОСТ Р 50571 [4-7], касающихся рассматриваемой проблемы, а также проект дополнения к действующему стандарту МЭК IEC 60364-4-44 [13] , на основании которого выполнен ГОСТ Р 50571.20 [6].

Последний документ МЭК не является окончательным и будет подвергаться изменениям, однако, авторы Пособия посчитали полезным использовать его в данной работе ввиду его актуальности, а также для своевременного ознакомления заинтересованных в проблеме специалистов с кругом вопросов, которые необходимо рассматривать при проектировании и монтаже систем заземления и уравнивания потенциалов в установках информационного оборудования. После официального издания документа МЭК в данную работу будут внесены соответствующие изменения.

Данная работа не распространяется на здания, в которых могут находиться мощные источники электромагнитных воздействий, оборудование производства, передачи и приема напряжения выше 1 кВ переменного тока, а также не учитывает специальные требования телекоммуникационных центров.

2. Общие сведения

К оборудованию обработки информации отнесены все виды электрического и электронного оборудования, включая конторское (бизнес-оборудование), со всеми периферийными устройствами и другими относящимися устройствами, питание которого может осуществляться от питающей сети с номинальным напряжением не выше 600 В, как общего назначения, например, городских или промышленных трансформаторных подстанций, так и от аккумуляторных установок, а также оборудование, подключаемое непосредственно к телекоммуникационной сети или к телекоммуникационным линиям передачи.

Примерами такого оборудования могут быть:

- оборудование обработки и передачи информации, телекоммуникационное оборудование, а также установки сигнализации, использующие землю в качестве обратного провода, как во внутренних сетях зданий, так и во внешних присоединениях к установкам зданий;
- источники и сети постоянного тока, питающие оборудование информационных технологий в зданиях;
- частные (местные, локальные) телефонные станции, имеющие выход в сеть общего пользования;
- локальные (местные) телекоммуникационные сети;
- системы пожарной и охранной сигнализации;
- системы управления обслуживанием зданий, например, цифровые системы;
- АСУ ТП и другие системы с компьютерным управлением.

Для обозначения такого оборудования в работе далее используются термины *информационное оборудование (оборудование информационных технологий, оборудование обработки информации)*, а для обозначения цепей и подключаемых к нему кабелей и проводов - термины *информационные цепи, кабели, провода.*

В работе также используются термины:

опорный потенциал для обозначения стабильного нулевого потенциала, необходимого для устойчивости рабочего сигнала, т.е. для надежной работы оборудования;

плоскость опорного потенциала системы, идеальным воплощением которой с точки зрения уравнивания потенциалов является жесткая проводящая поверхность, но реализуемая на практике в виде горизонтальной или вертикальной сетки с ячейками, размер которых определяется диапазоном воздействующих на информационное оборудование частот.

Термины *функциональное заземление, система функционального уравнивания потенциалов, проводник, шина, магистраль и др. функционального заземления и уравнивания потенциалов* применяются в данной работе применительно к заземлению и уравниванию потенциалов **только** в цепях рабочего сигнала и необходимых по условиям нормальной работы оборудования, например, при использовании земли в качестве обратного провода в установках электросвязи.

Эти термины не определены жестко какими-либо российскими нормативными документами и приняты в рамках настоящей работы в соответствии с идеологией международных стандартов либо для краткости и удобства пользования либо потому, что авторы работы посчитали их наиболее понятными для соответствующих условий применения.

Электромагнитные поля, возникающие по различным причинам, могут приводить к нарушениям работы систем обработки информации, а также к повреждению оборудования таких систем. Токи молнии, коммутационные токи, токи коротких замыканий и другие электромагнитные явления могут приводить к перенапряжениям и возникновению помех.

Большие токи с большой крутизной изменения, протекающие по силовым кабелям, например, пусковые токи лифтов или токи, управляемые выпрямителями, могут индуцировать в информационных кабелях перенапряжения, которые, в свою очередь, могут приводить к возникновению помех или повреждению чувствительного электрооборудования.

В помещениях медицинских учреждений или рядом с ними электрические и магнитные поля могут оказывать нежелательные воздействия на электромедицинское оборудование.

Эти явления характерны для условий, в которых:

- имеются замкнутые металлические контуры («петли») большой площади, образующиеся при объединении строительных металлоконструкций, металлических трубопроводов, например, водо-, газо- и теплоснабжения, магистралей кондиционирования воздуха и др. в систему уравнивания потенциалов;
- электропроводки различных систем (различного назначения) проложены по разным (отдельным) трассам, например, проводники силовых цепей и проводники компьютерных устройств сигнализации в здании;
- цепи входят в здание или выходят из него.

Значение наведенного (индуцированного) потенциала зависит от крутизны изменения (di/dt) тока помехи и от размера «петли».

В нормальном режиме работы по проводникам системы уравнивания потенциалов не должны протекать токи нагрузки существенных значений.

Защитные и заземляющие проводники и проводники уравнивания потенциалов должны иметь достаточно высокую проводимость в соответствии с требованиями ПУЭ для обеспечения защиты от поражения людей электрическим током и понижения опасности возгораний и повреждения оборудования и электропроводок в нормальном и аварийном режимах работы электроустановок и в результате воздействия токов и напряжений, наведенных молнией.

Для обеспечения стабильности и надежности опорного потенциала особое внимание должно быть уделено правильному выполнению уравнивания потенциалов как собственно информационного оборудования, так и в электрической распределительной сети.

При выполнении системы уравнивания потенциалов в зданиях, в которых установлено информационное оборудование, и для которых требуется выполнение молниезащиты, требо-

вания молниезащиты и требования электробезопасности должны рассматриваться совместно и быть скоординированы с учетом условий электромагнитной совместимости.

Следует избегать использования земли в качестве обратного провода, однако, если такое решение принято, полное сопротивление сети заземления должно быть минимальным.

Для снижения влияния возникающих помех может потребоваться выполнение дополнительных мер, например, установка частотных фильтров или блокирующих катушек (дросселей).

В сложных системах, состоящих из большого количества взаимосвязанного оборудования, устойчивость опорного потенциала следует обеспечивать при помощи плоскости опорного потенциала системы, к которой для исключения функциональных нарушений или повреждений оборудования подключается, как минимум, операционный блок или системный блок. Плоскость опорного потенциала должна обеспечить достаточно низкий импеданс в цепях подключения фильтров, оборудования шкафов, экранов кабелей в пределах всего диапазона частот, воздействию которых может подвергаться оборудование, и может быть выполнена в виде металлического листа или эквипотенциальной сетки с соответствующими размерами ячеек. Частотный диапазон должен включать частоты переходных режимов, таких, как коммутационные, короткие замыкания, грозовые разряды. Поддержание уровня потенциала при помощи плоскости опорного потенциала не означает обязательного ее использования в цепи обратного тока.

Меры по улучшению условий электромагнитной совместимости, например, выполнение уравнивания потенциалов, могут быть использованы также для защиты от статического электричества.

Для улучшения условий электромагнитной совместимости в электроустановках зданий, в которых установлено информационное оборудование, должна быть принята система TN-S.

Рассмотренные в разделах 3 – 5 Пособия технические решения по заземлению и уравниванию потенциалов информа-

ционного оборудования, устанавливаемого в зданиях, должны обеспечивать:

- защиту людей от поражения электрическим током;
- надежную стабилизацию уровня опорного потенциала в пределах всей установки информационного оборудования;
- удовлетворительный уровень электромагнитной совместимости информационной установки в целом для исключения или понижения помех, вызывающих сбои в работе информационного оборудования.

Выбор мер, ограничивающих электромагнитные воздействия, должен производиться на стадии проектирования совместно разработчиками архитектурно-строительной и электрической частей проекта.

Применяемое электрооборудование должно отвечать требованиям соответствующих стандартов к электромагнитной совместимости.

Требования к оборудованию, учитывающие особые условия его работы (если такие имеются), должны быть согласованы покупателем оборудования и его поставщиком при заключении контракта на поставку оборудования.

3. Источники электромагнитных воздействий и меры по их снижению

Электрическое и электронное оборудование, чувствительное к электромагнитным воздействиям, не следует располагать вблизи потенциальных источников таких воздействий, к которым, например, относятся:

- устройства коммутации индуктивных нагрузок;
- электродвигатели;
- флюоресцентные источники света;
- сварочное оборудование;
- компьютеры;
- выпрямители, прерыватели;
- частотные преобразователи и регуляторы;
- лифты;
- трансформаторы;

- коммутационно-распределительные щиты;
- силовые магистральные и распределительные шинопроводы и др.

Для снижения влияния электромагнитных и электрических полей на электрооборудование при проектировании и выполнении строительно-монтажных работ следует выполнять одну или несколько мер, указанных ниже:

- металлические оболочки и экраны кабелей и металлические оболочки оборудования должны быть присоединены к общей системе уравнивания потенциалов;

- при выполнении электропроводок проводники силовых и информационных цепей следует прокладывать по общим трассам для исключения образования индуктивных контуров (петель);

- информационные и силовые кабели должны быть отделены друг от друга в соответствии с п. 5.1;

- в местах пересечений кабели должны прокладываться под прямым углом;

- при необходимости следует предусматривать установку устройств подавления импульсных перенапряжений и/или фильтров:

- если здание имеет систему молниезащиты,
  - силовые и контрольные кабели должны прокладываться на расстоянии не менее 2 м от токоотводов или быть защищены при помощи защитных экранов;
  - металлические трубы, короба, лотки и т.п., а также металлические оболочки силовых и контрольных кабелей должны быть присоединены к системе уравнивания потенциалов в соответствии с требованиями к устройству молниезащиты;

- при применении экранированных информационных кабелей должны быть приняты меры, исключающие протекание аварийных токов по заземленным экранам и жилам кабелей. В некоторых случаях для этого может потребоваться прокладка дополнительного уравнивающего проводника, параллельного кабелю (см. рис. 1);

- в тех случаях, когда экранированные информационные кабели являются общими для нескольких зданий, электроустановки которых питаются от системы TT, параллельно этим кабелям должен быть проложен проводник уравнивания потенциалов (см. рис. 2). Сечение этого проводника должно быть не менее 16 мм^2 по меди или быть эквивалентного по проводимости сечения из других материалов и соответствовать п. 1.7.137 ПУЭ седьмого издания;

- значения сопротивления (импеданса) цепей уравнивания потенциалов должны быть минимальными. Для этого проводники присоединений к системе уравнивания потенциалов должны иметь кратчайшие длины и специальную форму поперечного сечения. Так, например, отношение ширины к толщине плетеной медной перемычки должно быть не менее пятикратного;

- при наличии в здании большого количества информационного оборудования и необходимости выполнения функционального заземления рекомендуется для уравнивания потенциалов такого оборудования выполнять шину в виде замкнутого кольца.

Примечания:

1. Если заземленная оболочка используется в качестве обратного провода в цепях сигнализации, рекомендуется применение коаксиального кабеля.

2. В случае, если не удается достигнуть согласованное решение по выполнению требований п.1.7.82 ПУЭ седьмого издания к выполнению основной системы уравнивания потенциалов, ответственность за возможные последствия опасности поражения электрическим током людей или повреждения оборудования вследствие перенапряжений, возникающих из-за того, что телекоммуникационные кабели не присоединены к системе уравнивания потенциалов, полностью ложится на владельца этих кабелей или эксплуатирующую их организацию.

3. Проблемы, связанные с неравномерным распределением потенциалов в земле в разветвленных телекоммуникационных сетях, также относятся к ответственности организации, кото-

рая эксплуатирует эти сети и может принимать другие решения.

3.1. Система TN

В электроустановках зданий, в которых размещено или может быть размещено большое количество информационного оборудования, не следует применять систему TN-C. В таких электроустановках должна быть применена система TN-S:

- начиная от вводного устройства электроустановки здания, если электроустановка получает питание от коммунальной сети низкого напряжения (см. рис. 3 А);
- начиная от зажимов трансформатора, если электроустановка получает питание от трансформаторной подстанции, встроенной в это же здание и обслуживаемой пользователем электроустановки здания (см. рис. 3 В).

При установке информационного оборудования в существующем здании, распределение электроэнергии в котором выполнено по системе TN-C-S (см. рис. 4), должна быть предотвращена возможность образования замкнутых контуров («петель») информационными кабелями. Для этого могут быть использованы следующие меры:

- преобразование участка TN-C сети здания, показанного на рис. 4, в TN-S, как показано на рис. 3 А;
- если это невозможно - устранение показанных на рис. 4 взаимных связей «2)», образуемых информационными кабелями между различными частями сети TN-S, например, при помощи волоконно-оптических вставок.

3.2. Система TT

В системе TT необходимо учитывать возможность возникновения перенапряжений между токоведущими частями и открытыми проводящими частями, если открытые проводящие части различных зданий присоединены к различным заземлителям, не связанным между собой проводником.

3.3. Система IT

В системе IT необходимо учитывать возможность повышения напряжения между фазными проводниками и открытыми

проводящими частями до значения линейного напряжения при первом замыкании на землю.

Поэтому в цепях, питающих информационное оборудование, включенное на фазное напряжение между фазным и нулевым рабочим (нейтральным) проводником, для которого ГОСТ Р МЭК 60950-2002 не предусмотрена возможность таких повышений напряжения между токоведущими проводниками и открытыми проводящими частями, необходимо предусматривать соответствующую защиту от перенапряжений.

3.4. Питание от нескольких источников

При питании от нескольких источников в системе TN нейтрали этих источников по условию электромагнитной совместимости должны быть заземлены в одной и той же точке, равноудаленной от всех источников (см. рис.7).

При питании от нескольких источников в системе TT нейтрали источников по условию электромагнитной совместимости рекомендуется соединить между собой и заземлить только в одной точке, равноудаленной от всех источников (см. рис.8).

3.5. Ввод в здание

Ввод в здание металлических труб, например, водо- и газоснабжения, отопления, а также кабелей рекомендуется выполнять в одном и том же месте. Все эти коммуникации должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников уравнивания потенциалов кратчайшей длины с малым сопротивлением (см. рис. 9).

3.6. Установка оборудования в различных зданиях

Если в различных зданиях, связанных между собой общей информационной системой, выполнены не связанные друг с другом системы уравнивания потенциалов, в информационных цепях должны применяться волоконно-оптические кабели в неметаллических оболочках и не имеющие металлических частей, или другие непроводящие системы передачи, например, микроволновые системы или разделительные сигнальные трансформаторы.

Решение проблем, возникающих в протяженных и разветвленных информационных сетях из-за разности потенциалов удаленных друг от друга участков земли, относится к ответст-

венности организации-оператора этой сети, которая может применять другие способы обеспечения электромагнитной совместимости.

3.7. Переключение источников питания

В системе TN коммутационные устройства переключения питания с одного источника на другой (например, с рабочего на резервный) должны одновременно переключать фазные проводники и нулевой рабочий (нейтральный), если такой имеется, проводник (см. рис.10 А, 10 В и 10 С). Разрыв нулевого рабочего проводника при переключении предотвращает образование электромагнитных полей блуждающими токами основной питающей сети электроустановки. Сумма токов в одном кабеле должна быть равна нулю. Это гарантирует протекание тока в нулевом рабочем проводнике только той цепи, которая включена в работу. При этом следует иметь в виду, что к нулевому рабочему току добавляется ток 3-й гармоники фазного проводника (150 Гц) с тем же угловым сдвигом фаз.

3.8. Установка оборудования в существующих зданиях

Если информационное оборудование устанавливается в существующем здании, в котором имеющееся оборудование может оказывать нежелательное электромагнитное воздействие на вновь устанавливаемое информационное оборудование, для уменьшения этого воздействия рекомендуется выполнение следующих мер (см. рис. 11 А):

- применение оборудования класса II (с двойной или усиленной изоляцией);
- применение разделительных трансформаторов. Цепи, питающиеся от вторичных обмоток трансформаторов, рекомендуется выполнять по системе TN-S, однако, в особых случаях может быть применена система IT;
- применение в информационных цепях волоконно-оптических вставок, не имеющих металлических элементов.

Примечание: Применение рекомендаций п.п.1 и 2 может быть ограничено по условию предельной (граничной) частоты или в связи с возможностью непрямых ударов молнии.

3.9 Размещение оборудования

Электрическое и электронное оборудование мониторинга, регулирования параметров, контроля, защиты и др. для улучшения условий электромагнитной совместимости должно размещаться в закрытых нишах строительных конструкций здания или в специальных помещениях.

Устройства присоединения входящих в здание и выходящих из него силовых и информационных цепей должны быть расположены в одном месте или в непосредственной близости друг от друга.

Не допускается устанавливать в одном шкафу, на одном стеллаже, каркасе или на одной стойке электрическое и информационное оборудование, а также монтажные отсеки (ящики) с электрическими и информационными проводами и гнезда (блоки зажимов) для их подключения.

Не допускается прокладывать информационные провода и кабели внутри шкафов и по поверхности щитов силового электрооборудования.

3.10 Аппараты защиты

Применяемые защитные аппараты должны иметь соответствующую выдержку времени для исключения ложных отключений токами переходных режимов.

3.11 Кабели цепей сигнализации

В цепях сигнализации следует применять экранированные кабели или кабели с витыми парами.

4 Заземление и уравнивание потенциалов

4.1 Соединение заземлителей

Если для информационной установки здания требуется выполнение защитного и функционального заземления, а также заземления системы молниезащиты, не следует выполнять отдельные независимые заземлители, предназначенные для реализации каждой из этих задач, по следующим причинам:

- между такими заземлителями имеется связь, которая может приводить к неконтролируемым повышениям напряжения на оборудовании;

- части оборудования, доступные одновременному прикосновению, могут иметь различные потенциалы относительно земли;
- создается опасность поражения электрическим током, особенно при перенапряжениях атмосферного происхождения.

Поэтому все заземлители одного здания должны быть соединены между собой (рис. 12).

Проводники защитной и функциональной систем уравнивания потенциалов должны присоединяться к главной заземляющей шине (зажиму) индивидуально (раздельно) таким образом, чтобы отключение одного проводника не нарушало присоединений других проводников.

В тех случаях, когда электронное оборудование используется для связи и обмена информацией между несколькими зданиями, каждое из которых имеет свое заземляющее устройство, и при этом заземлители различных зданий не могут быть соединены между собой, например, из-за их большой удаленности друг от друга, следует выполнять гальваническое разделение цепей связи, например, при помощи волоконно-оптических вставок (см. также п. 3.8).

4.2 Уравнивание потенциалов

Схему соединений в сети уравнивания потенциалов, выполняемой для информационного оборудования, можно рассматривать на уровне всего здания (основная система уравнивания потенциалов), на уровне информационной установки в целом и на уровне групп совместно установленного информационного оборудования.

Для создания основной системы уравнивания потенциалов должны использоваться металлические элементы, имеющиеся в каждом здании, например, главная заземляющая шина, защитные (PE) проводники, металлические трубы водопровода и канализации, стальные строительные конструкции, стальная арматура железобетонных конструкций, которые дополняются проводниками и магистралями уравнивания потенциалов, кабельными конструкциями и др. для получения достаточно низкого сопротивления и высокой проводимости системы

уравнивания потенциалов, обеспечивающих условия электробезопасности.

В каждом здании должна быть предусмотрена главная заземляющая шина (ГЗШ), расположенная на минимальном расстоянии от входа в здание силовых и информационных кабелей. В зависимости от сложности и объема оборудования информационной установки ГЗШ здания может быть выполнена в виде магистрали или кольцевой магистрали.

Экраны всех входящих в здание кабелей должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи низкоомных, имеющих кратчайшую длину соединений.

Открытые проводящие части электрооборудования в здании соединяются между собой посредством защитных (в системах TN -- нулевых защитных) (PE) проводников.

Для производственных зданий и таких общественных зданий как, например, банки, центры управления, в т.ч. технологическими процессами, и т.п., насыщенных информационным оборудованием, предназначенным для осуществления различных задач, лучшим решением является выполнение общей сети для уравнивания потенциалов, зануления и функционального заземления.

Систему уравнивания потенциалов для информационного оборудования в таких зданиях рекомендуется выполнять при помощи замкнутой кольцевой магистрали, представляющей собой голый или изолированный медный проводник, установленный открыто или защищенный, например, проложенный в коробе, таким образом, чтобы он был доступен для подключения к нему защитных и функциональных проводников уравнивания потенциалов в любом месте, и проложенный по внутреннему периметру здания или помещения, в котором установлено информационное оборудование. Такая кольцевая магистраль должна охватывать, по крайней мере, системный блок по его внешнему периметру.

При наличии мощных источников электромагнитных воздействий или особых требований к сохранности информации может потребоваться создание экранированных помещений, что является максимальной мерой при выполнении системы

уравнивания потенциалов. Примеры выполнения систем уравнивания потенциалов в здании приведены на рис. 11 А - 11 Д и рис. 13 – 16.

Нулевые защитные проводники, заземляющий проводник защитного заземления и проводники защитного уравнивания потенциалов должны иметь цветовую маркировку в виде желто-зеленых полос.

В зависимости от степени важности информации, обрабатываемой электронным оборудованием, и от чувствительности этого оборудования к электромагнитным воздействиям могут быть применены три основные схемы сети уравнивания потенциалов.

4.2.1 «Звезда»

В виде «звезды», как правило, выполняется основная система уравнивания потенциалов.

В чистом виде эта схема может быть применена в небольших зданиях, где количество электронного оборудования не велико: в жилых, общественных и т.п., в общем случае, для оборудования, не присоединенного к кабелям связи (см. рис.13).

4.2.2 «Сетка»

В пределах информационной системы, особенно в пределах оборудования системного блока, схема уравнивания потенциалов должна выполняться в виде сетки, формирующей уровень опорного потенциала и обеспечивающей высокую проводимость и низкое сопротивление в соответствии с требованиями электробезопасности, надежности опорного потенциала и электромагнитной совместимости.

Эта «сетка» должна включать в себя соединенные между собой шкафы, стеллажи, стойки, распределительные панели, кабельные конструкции, короба, трубы, экраны кабелей и т.п. и, если требуется, специально выполненную в полу под оборудованием или над ним выравнивающую сетку.

Контактные соединения всех указанных металлических частей между собой должны обеспечивать непрерывность электрической цепи и иметь минимальные значения переходных сопротивлений.

Применительно к терминологии главы 1.7 ПУЭ седьмого издания такую «сетку» для уравнивания потенциалов в пределах одной информационной системы или в пределах одного помещения можно рассматривать как дополнительную систему уравнивания потенциалов.

4.2.3 «Звезда», совмещенная с несколькими местными «сетками»

Эта схема образуется при присоединении «сеток» дополнительных систем уравнивания потенциалов к основной системе уравнивания потенциалов в зданиях, в которых имеется несколько групп совместно установленного информационного оборудования (см. рис 14).

4.2.4 «Звезда», совмещенная с общей «сеткой» уравнивания потенциалов

Схему такого типа следует применять в зданиях с большой насыщенностью информационным оборудованием, обрабатывающим и/или передающим особо важную информацию и предъявляющим высокие требования к защите от помех.

При выполнении этой схемы усиление защитного эффекта достигается использованием существующих металлических конструкций здания, которые для образования «сетки» дополняются другими естественными и искусственными проводниками.

Размер ячеек «сетки» зависит от принятой категории молниезащиты здания, от уровня стойкости оборудования к перенапряжениям и от частоты, на которой осуществляется передача информации (связь).

Размер ячеек зависит от размеров защищаемой установки, однако, в тех местах, где установлено оборудование, чувствительное к электромагнитным воздействиям, он не должен превышать 2 м х 2 м. Этот размер удовлетворяет требованиям защиты как частных (локальных) узлов связи, так и централизованных систем обработки и передачи информации.

В случаях, когда отдельные узлы установленного оборудования предъявляют особые требования, участки общей «сетки», соответствующие этим узлам, могут быть выполнены с уменьшенными размерами ячеек (см. рис. 15 и 11-Д).

4.2.5 Уравнивание потенциалов в многоэтажных зданиях

В многоэтажных зданиях рекомендуется выполнять систему уравнивания потенциалов на каждом этаже. Системы уравнивания потенциалов различных этажей должны быть соединены между собой при помощи не менее двух вертикальных проводников для создания трехмерной решетчатой структуры по типу клетки Фарадея. В качестве вертикальных проводников такой решетчатой структуры могут быть использованы металлоконструкции здания и другие естественные проводники при условии обеспечения непрерывности электрической цепи и надежности контактных соединений. Пример такой системы уравнивания потенциалов приведен на рис. 16 (присоединение системы молниезащиты не показано)

4.2.6 Присоединение к главной заземляющей шине

Главная заземляющая шина (зажим) электроустановки здания может быть выполнена такой длины, чтобы присоединение всех частей информационного оборудования к системе уравнивания потенциалов («сетке») могло быть выполнено проводниками кратчайшей длины (см. рис.16).

Если система уравнивания потенциалов выполняется с использованием замкнутой кольцевой магистрали, размеры проводника, из которого выполнена магистраль, должны быть не менее:

- 30х2 мм – для плоской медной шины,
- 8 мм - диаметр круглого медного проводника.

Голые проводники должны быть защищены от коррозии в каждом месте крепления к основанию и при проходах сквозь стены.

4.2.7 Части, присоединяемые к системе уравнивания потенциалов

Дополнительно к частям, указанным в п. 1.7.82 ПУЭ седьмого издания, к системе уравнивания потенциалов должны быть присоединены:

- проводящие экраны, проводящие оболочки и/или броня информационных кабелей;
- заземляющие проводники антенных систем;

- заземляющие проводники заземленного полюса источника постоянного тока, питающего информационное оборудование;
- проводники функционального заземления.

4.3 Функциональное заземление и уравнивание потенциалов

Функциональное заземление выполняется в тех случаях, когда это требуется для нормальной работы оборудования, например, при использовании земли в качестве обратного провода в установках электросвязи.

О выполнении заземлителя функционального заземления см. п. 4.1.

4.3.1 Заземляющая шина.

В случаях, когда по условиям нормальной работы оборудования требуется выполнение шины функционального заземления, главная заземляющая шина электроустановки здания может быть удлинена таким образом, чтобы любая часть информационного оборудования могла быть присоединена к этой шине проводником наикратчайшей длины в любой точке здания. Если шина функционального заземления предназначена одновременно для уравнивания потенциалов в здании с большим количеством такого оборудования, она может быть выполнена в виде замкнутого кольца (см. рис. 16).

Шина может быть голой или изолированной и должна быть доступна на всем ее протяжении для подключения проводников уравнивания потенциалов в любой ее точке. Голая шина должна быть защищена от коррозии в местах креплений и прохода сквозь стены и перекрытия.

Эффективность шины зависит от трассы ее прокладки и от импеданса используемого проводника.

Если шина функционального заземления одновременно используется в качестве обратного провода цепи постоянного тока (как правило, в установках связи), ее сечение должно быть принято по величине этого тока. Для больших установок сечение медной функциональной заземляющей шины должно быть не менее 50 мм^2. Падение напряжения постоянного тока на протяжении заземляющей шины, используемой в качестве

обратного провода цепи постоянного тока, должно быть не более 1 В.

В зависимости от величины обратного постоянного тока рекомендуется принимать сечения шины функционального заземления не менее приведенных в табл. 1:

Таблица 1. Наименьшие сечения шины функционального заземления

Значение обратного постоянного тока, А	< 200 А	<1000 А	<2000 А	≥ 2000 А
Сечение шины	50мм^2 медь	70мм^2 медь	95мм^2 медь	120мм^2 медь

4.3.2 Проводники функциональной системы уравнивания потенциалов

В качестве проводников функциональной системы уравнивания потенциалов могут быть использованы металлические полосы, плоские плетеные проводники, провода и кабели круглого сечения.

Для высокочастотного оборудования предпочтительным является применение металлических полос или плоских плетеных проводников, т.к. проводники круглого сечения вследствие скин-эффекта имеют более высокий импеданс, чем проводники прямоугольного сечения. Для плоских прямоугольных проводников рекомендуется соблюдать отношение их ширины к толщине не менее 5.

Для проводников функционального заземления не следует применять обозначение желто-зеленым цветом. Не требуется обозначать их каким-либо обязательным цветом. Однако, рекомендуется принимать один и тот же цвет для обозначения проводников функционального заземления и функционального уравнивания потенциалов в пределах одной электроустановки, а также обозначать каждый конец этих проводников буквенной маркировкой (FE).

Для оборудования, работающего на низких частотах, сечения проводников, предусмотренные параграфом 1.7.137 ПУЭ

седьмого издания, считаются достаточными независимо от формы их сечения.

5 Электропроводки

При выполнении электропроводок в цепях информационного оборудования необходимо выполнять требования глав 2.1 и 1.7 ПУЭ седьмого издания с учетом рекомендаций, приведенных ниже.

По условиям снижения электромагнитных воздействий на работу информационного оборудования рекомендуется совместная прокладка силовых и информационных цепей (см. также п.3).

Рекомендации данного раздела распространяются на провода и кабели информационных, а также силовых питающих, распределительных и других электрических цепей, находящиеся в составе общей электропроводки (прокладываемые по общим трассам).

При прокладке по общим трассам группы (пучки) силовых и информационных кабелей и/или проводов должны быть отделены друг от друга определенными расстояниями либо разделены при помощи разделительных перегородок или экранов.

Соображения электробезопасности и соображения электромагнитной совместимости могут предъявлять различные требования к расстояниям проводников от сторонних проводящих частей и между проводниками силовых и информационных цепей и к необходимости разделения их при помощи заземленных экранов и др. Приоритет в таких случаях всегда имеют требования электробезопасности.

Проверка соответствия электрического разделения цепей в электропроводках требованиям главы 1.7 ПУЭ должна выполняться в процессе приемо-сдаточных испытаний, предусмотренных главой 1.8 ПУЭ [2] и ГОСТ Р 50571.16 [7].

5.1 Требования к разделению кабелей

Не допускается прокладывать силовые электрические кабели и информационные кабели в одном пучке. Пучки таких кабелей должны быть разделены.

Разделение проложенных параллельно силовых и информационных кабелей и проводов может быть выполнено при помощи металлических и неметаллических перегородок (см. рис.19 В) или путем соблюдения определенных расстояний между группами (пучками) кабелей (см. рис.20).

Требования к разделению силовых и информационных кабелей, выполняемому для уменьшения влияния помех, зависят от таких условий, как:

1) уровень устойчивости информационного оборудования к электромагнитным воздействиям различного происхождения: коммутационным перенапряжениям, переходным процессам, импульсным воздействиям молнии, радиоимпульсам, контурным колебаниям, незатухающим колебаниями др.;

2) способ заземления оборудования (тип системы заземления в соответствии с главой 1.7.ПУЭ) и схема системы уравнивания потенциалов;

3) электромагнитное состояние среды в месте размещения оборудования (наложение помех различного происхождения, например, одновременное наличие гармоник, незатухающих колебаний, атмосферного разряда и др.);

4) состав электромагнитного спектра;

5) расстояние между параллельно проложенными кабелями (зона взаимного электромагнитного влияния);

6) тип и конструкция кабеля;

7) затухание взаимного электромагнитного влияния;

8) качество соединений между кабелями и соединительными зажимами;

9) способ прокладки.

В рамках документов, являющихся основой данного пособия [4, 5, 8-13], принято, что электромагнитная среда соответствует требованиям Стандартов МЭК 61000-6-1 – 61000-6-4 к помехам, передающимся проводным и радиационным путем.

При горизонтальной прокладке кабелей следует соблюдать следующие условия:

- при длине трассы не более 35 м разделение силовых и информационных кабелей не требуется;

- при длине трассы более 35 м силовые и информационные кабели должны быть разделены по всей длине за вычетом последних 15 м, присоединяемых к оборудованию (см. рис.18).

Параллельная прокладка кабелей с разделительной перегородкой и без нее показана на рис. 19А и 19В. При этом:

1) участок с минимальным расстоянием А на рис. 19А а) представляет наихудшие условия между точками крепления кабелей;
2) если на участке прокладки отсутствует промежуточное крепление кабелей, а также отсутствуют разделительные перегородки, следует считать, что расстояние между силовыми и информационными кабелями равно нулю, как показано на рис. 19 А в);
3) при прокладке кабелей в смежных отсеках кабельного короба, разделенных перегородкой, или в других кабелепроводах, имеющих перегородку, в случае отсутствия крепления кабелей по их длине, расстояние между кабелями следует считать равным толщине перегородки (рис. 19 В а));
4) при прокладке кабелей в несмежных отсеках кабельного короба или в других кабелепроводах , имеющих более одной разделительной перегородки, в случае отсутствия крепления кабелей по их длине расстояние между кабелями следует принимать равным расстоянию А между разделительными перегородками (рис.19 В в)).

Примечание: Указания табл.2 и условия 1) – 4) относятся не только к кабелям, но и к проводам аналогичного исполнения.

В местах пересечения кабели должны быть проложены под прямым углом друг к другу.

Таблица 2. Расстояния, разделяющие информационные и силовые кабели при их прокладке по одной трассе.

Типы (конструкции) кабелей	Минимальное расстояние А		
	Без перегородки или с неметаллической перегородкой [1)]	С алюминиевой перегородкой	Со стальной перегородкой
Неэкранированный силовой кабель и неэкранированный информационный кабель [2)]	200 мм	100 мм	50 мм
Неэкранированный силовой кабель и экранированный информационный кабель [2)]	50 мм	20 мм	5 мм
Экранированный силовой кабель и неэкранированный информационный кабель [2)]	30 мм	10 мм	2 мм
Экранированный силовой кабель и экранированный информационный кабель [2)]	0 мм	0 мм	0 мм

[1)] Принято, что при наличии металлической перегородки обеспечивается экранирующий эффект, соответствующий магнитным свойствам материала перегородки.

[2)] Экранированные и неэкранированные информационные кабели должны соответствовать европейским стандартам серии EN 50288 или стандарту МЭК 61156, Изд. 2, 2002 г.

5.2 Выбор конструкций

Прокладка кабелей может выполняться по металлическим и неметаллическим конструкциям. Металлические конструкции в зависимости от свойств используемого металла, например, стальные, могут улучшать сопротивление электромагнитным воздействиям. Проводящие конструкции должны обеспечивать непрерывность электрической цепи и необходимую про-

водимость по всей длине для использования их в качестве дополнительного (шунтирующего) проводника уравнивания потенциалов (см. п. 4.2).

При выборе материала и формы конструкций для прокладки кабелей необходимо учитывать следующие факторы:

1) мощность электромагнитного поля вдоль трассы (расстояние от источников электромагнитных помех, передающихся, как электропроводным путем, так и излучением);

2) официально подтвержденный уровень проводных и излучаемых воздействий;

3) конструкция кабелей: экранированные, витые, волоконно-оптические;

4) уровень устойчивости информационного оборудования к помехам;

5) другие ужесточающие воздействия окружающей среды: химические, механические, климатические, пожароопасность и т.п.;

6) возможность последующего расширения сети информационного технологического оборудования.

Неметаллические конструкции в электропроводках могут быть применены в условиях:

- электромагнитной среды со стабильно низким уровнем помех;
- низкого уровня излучений силовыми кабелями;
- применения волоконно-оптических кабелей.

При применении металлических конструкций для прокладки проводов и кабелей сопротивление электропроводки воздействию помех зависит от профиля конструкции (плоскость, U-образная форма, труба и т.п.), а не от площади ее поперечного сечения.

Наилучшими являются замкнутые профили, т.к. они лучше всего снижают влияние электромагнитного поля общего типа. Лотки, преимуществом которых является удобство прокладки кабелей, почти всегда имеют щели в днище. Если нельзя избежать прокладки в лотках, следует выбирать лотки с наиболее узкими щелями, ось которых совпадает с осью лотка (см. рис. 21).

Размеры конструкций для электропроводок следует принимать с учетом последующей дополнительной прокладки определенного количества кабелей при расширении или реконструкции.

Высота пучка кабелей в лотке не должна быть более высоты боковой стенки (см. рис. 22). Для улучшения защитных электромагнитных свойств лотка рекомендуется применять лотки с крышками П-образной формы.

При применении лотков U-образной формы наибольшее снижение влияния внешнего электромагнитного поля происходит вблизи двух углов лотка, поэтому предпочтительными являются глубокие лотки (см. рис. 22).

5.3 Рекомендации по монтажу

5.3.1 Металлические или композитные конструкции, специально сконструированные для обеспечения электромагнитной совместимости

При монтаже металлических или композитных лотков и коробов, специально сконструированных по условиям электромагнитной совместимости, особое внимание должно быть уделено соединению отдельных секций этих изделий между собой.

Наилучшим является соединение сваркой непрерывным швом по всему периметру профиля. Допускается выполнять болтовые, винтовые, клепаные соединения при условии обеспечения надежности контактных соединений (контактные поверхности зачищены до металлического блеска, метизы изготовлены из проводящего материала), защиты их от коррозии и соответствия требованиям ГОСТ 10434 к контактным соединениям класса 2.

Профиль не должен изменяться в пределах секции.

Не следует выполнять соединение секций при помощи коротких круглых проводников или узких полос, т.к. при этом значительно увеличивается полное сопротивление (импеданс) в месте соединения, в результате чего снижается уровень защиты электропроводки от внешних электромагнитных воздействий (см. рис. 23). Так при частотах, начиная от нескольких МГц и выше, соединение двух секций при помощи плете-

ной медной косички длиной 10 см снижает экранирующий эффект лотка в более, чем 10 раз.

Очень важно во всех случаях изменения или расширения установки выполнять работы под самым пристальным компетентным наблюдением и руководством, гарантирующим соблюдение требований электромагнитной совместимости (например, чтобы металлические трубы не были заменены пластмассовыми).

Для улучшения условий электромагнитной совместимости рекомендуется прокладывать кабели по элементам строительных конструкций зданий таким, как стальные тавровые, двутавровые, швеллерные, уголковые балки с большой площадью поперечного сечения и большой площадью поверхности, образующие, как правило, непрерывную заземленную конструкцию, имеющую, кроме того, большое количество повторных заземлений. Прокладывать кабели при этом рекомендуется в углах, а не по поверхности стенок этих конструкций (см. рис.24)

Металлические и композитные конструкции для прокладки кабелей, конструируемые специально по условиям электромагнитной совместимости, всегда должны на обоих концах присоединяться к дополнительной системе уравнивания потенциалов. При длине трассы более 50 м рекомендуется выполнять повторные заземления (присоединения к заземленным конструкциям или к частям дополнительной системы уравнивания потенциалов) с ненормируемыми интервалами. Проводники, присоединяющие лотки, короба, трубы и т.п. к системе уравнивания потенциалов, должны иметь кратчайшую длину.

Крышки металлических лотков и коробов должны отвечать тем же требованиям, что и основания лотков и коробов. Предпочтительными являются крышки с большим количеством соединений с основанием. Если это невозможно, каждая крышка должна быть присоединена к основанию кабельного лотка как минимум на обоих концах при помощи коротких перемычек, например, медных плетеных косичек длиной не более 10 см.

В случае прохода электропроводки, выполненной в специально сконструированных по условиям электромагнитной совместимости лотках или коробах, сквозь стену или, например, сквозь огнепреградительный барьер, две секции лотка или короба, находящиеся по разные стороны стены (барьера), должны быть соединены между собой при помощи перемычки с минимальным сопротивлением, например, плетеной или сетчатой медной полосы (см. рис. 25).

5.3.2. Неметаллические конструкции для прокладки кабелей

Если информационное оборудование не подвергается воздействию низкочастотных помех, а электропроводка выполнена неэкранированными кабелями в неметаллических лотках или коробах, для улучшения свойств электромагнитной совместимости проводки внутри лотка или короба должен быть проложен проводник, выполняющий функцию шунтирующего проводника системы уравнивания потенциалов. Оба конца этого проводника должны быть присоединены к дополнительной системе уравнивания потенциалов. Присоединения должны быть выполнены к металлическим частям с низким импедансом, например, к корпусу шкафа, в котором размещено оборудование.

Шунтирующий проводник следует выбирать по условию стойкости к воздействию мощного электромагнитного поля общего типа и стойкости к токам короткого замыкания в силовой сети.

6. Библиография

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Седьмое издание. Главы 1.7 «Заземление и защитные меры электробезопасности».
2. ПУЭ. Седьмое издание. Глава 1.8. «Нормы приемо-сдаточных испытаний»(проект).
3. ПУЭ. Седьмое издание. Глава 2.1. «Электропроводки» (проект).
4. ГОСТ Р 50571.21-2000. Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж оборудования. Раздел 548. Заземляющие устройства и системы уравнивания электрических потенциалов в электроустановках, содержащих оборудование обработки информации.
5. ГОСТ Р 50571.22-2000. Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным установкам. Раздел 707 Заземление оборудования обработки информации.
6. ГОСТ Р 50571.20-2000. Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 444. Защита электроустановок от перенапряжений, вызванных электромагнитным воздействием.
7. ГОСТ Р 50571.16-99. Электроустановки зданий. Часть 6. Испытания. Глава 61. Приемо-сдаточные испытания.
8. ГОСТ Р МЭК 60950-2002. Безопасность оборудования информационных технологий.
9. Стандарт МЭК: IEC 60950-1-2001 Information technology equipment – Safety-Part 1:General requirements.
10. Европейский стандарт EN 50310-2000. Application of equipotential bonding and earthing in buildings with information technology equipment
11. Европейский стандарт EN 41003-1998. Particular safety requirements for equipment to be connected to telecommunication network.
12. Европейский стандарт EN 50174-1. Information technology-Cabling installation.
Part 1. Specification and quality assurance.
Part 2. Installation planning and practices inside building.
13. Документ МЭК 64/ 1341/CD. Поправка 2 к стандарту МЭК IEC 60 364-4-444. Ed. 1. Electrical installations of buildings. Part 4-44: Protection for safety. Protection against voltage disturbances and measures against electromagnetic influences. Clause 444. Measures against electromagnetic influences.
14. Воробьев А.Ю. Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем. Ecoprog - Екотрендз, М., 2003.
15. Документ A5E00105492-02. Программируемый контроллер S7-300, Аппаратура и монтаж. Приложение 12.

7 Приложение.
Примеры способов снижения влияния помех

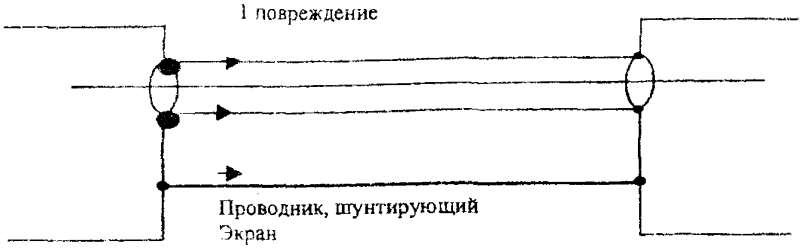


Рис. 1. Проводник, для шунтирования экрана
в общей системе уравнивания потенциалов

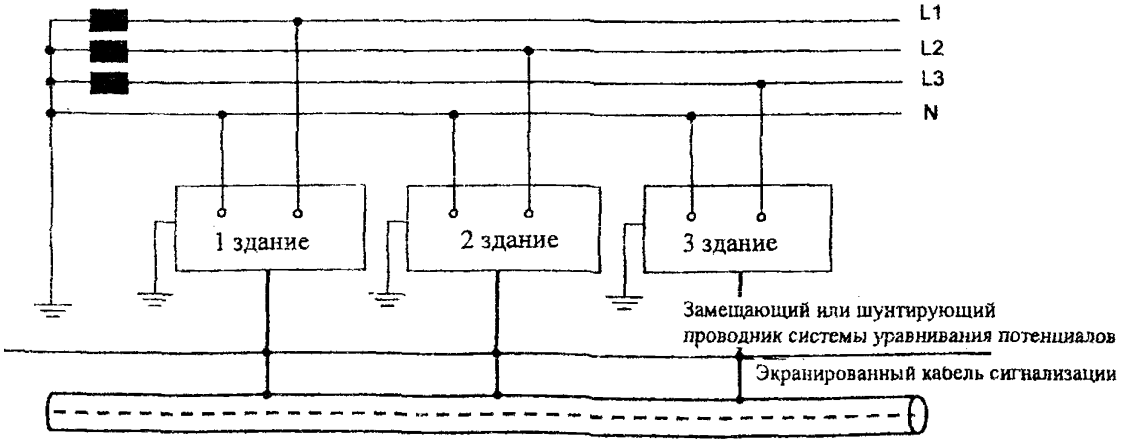
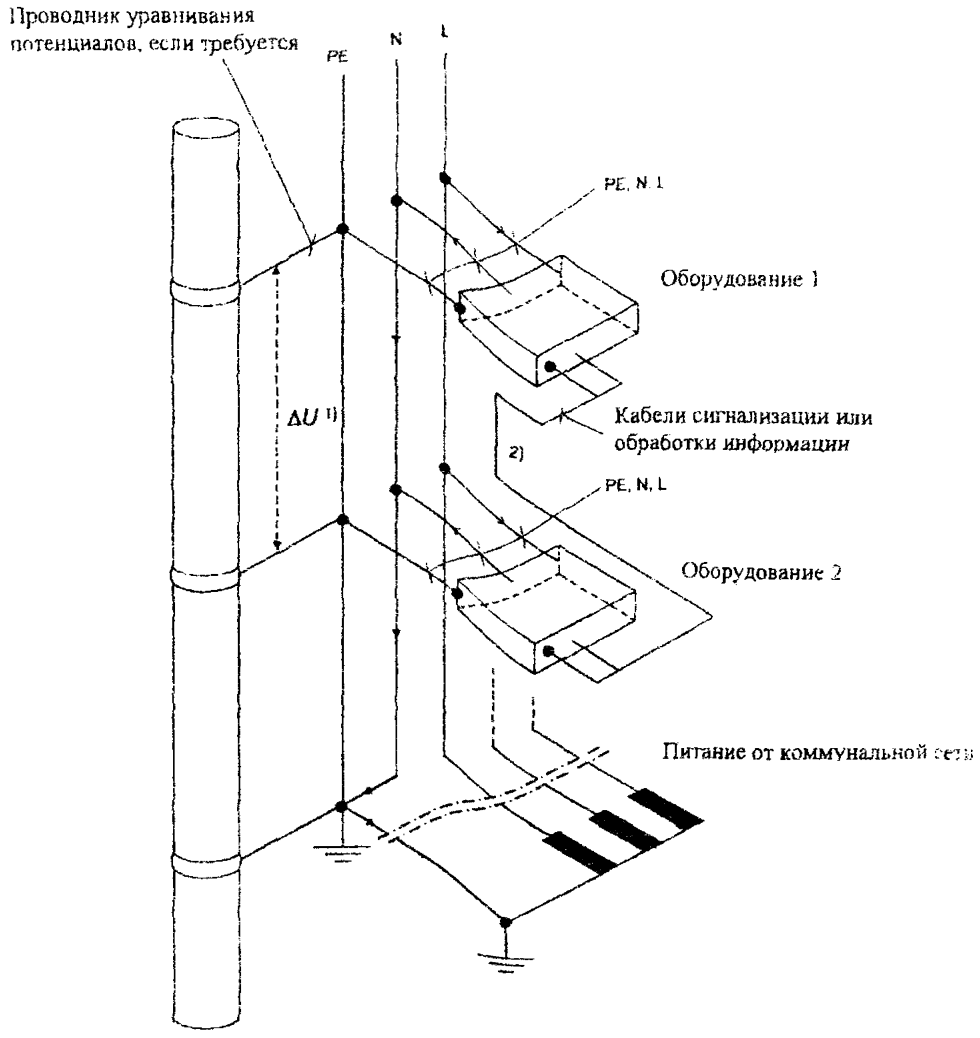
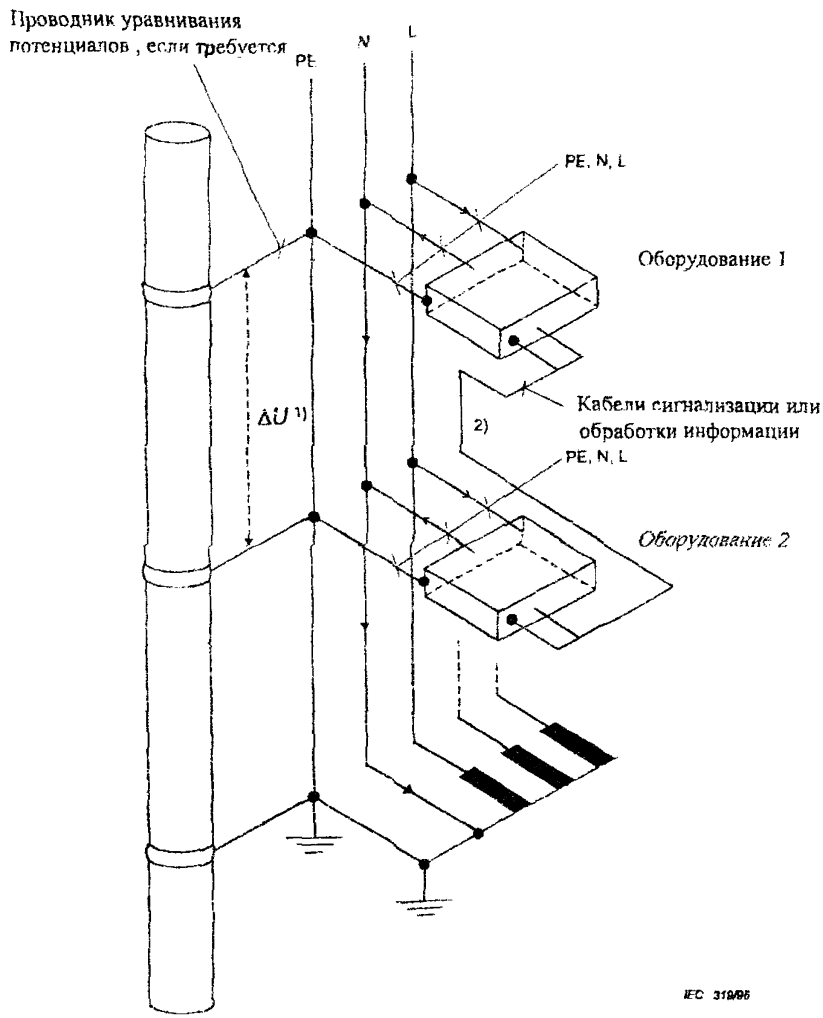


Рис. 2. Пример замещающего или шунтирующего проводника
уравнивания потенциалов в системе ТТ



1) *В нормальном режиме на проводнике PE отсутствует падения напряжения* Δ U
2) Контур, образованный кабелями оборудования обработки информации и сигнализации, имеет ограниченную площадь.

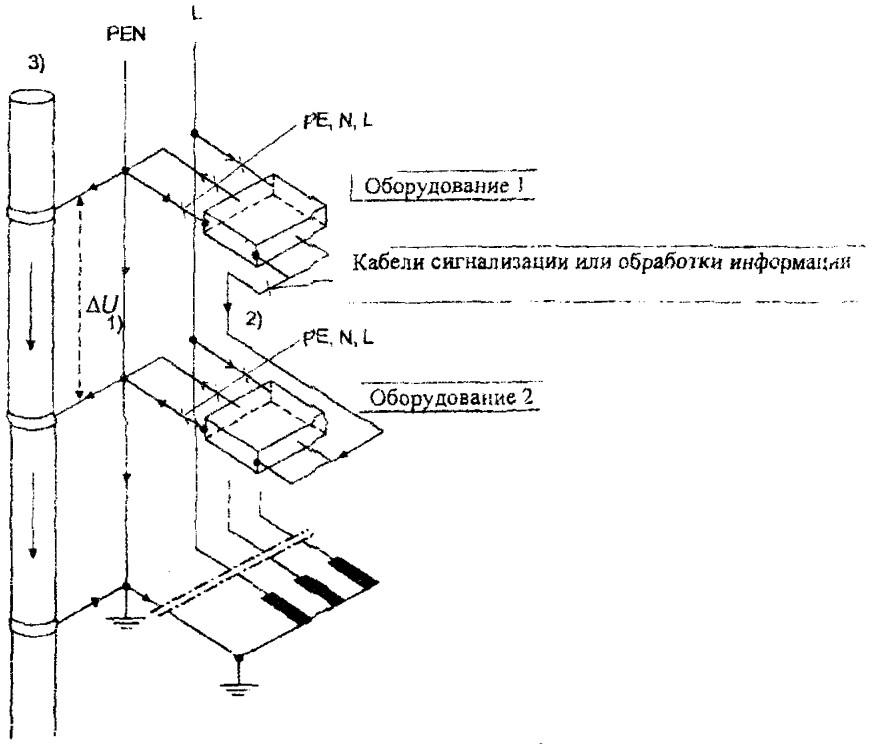
Рис.3 А. Предотвращение протекания нулевого рабочего тока по цепям системы уравнивания потенциалов, при применении системы TN-S в здании, начиная от ввода в электроустановку и включая распределительные и групповые цепи.



1) В нормальном режиме на проводнике PE отсутствует падения напряжения Δ U

2) Контур, образованный кабелями оборудования обработки информации и сигнализации, имеет ограниченную площадь.

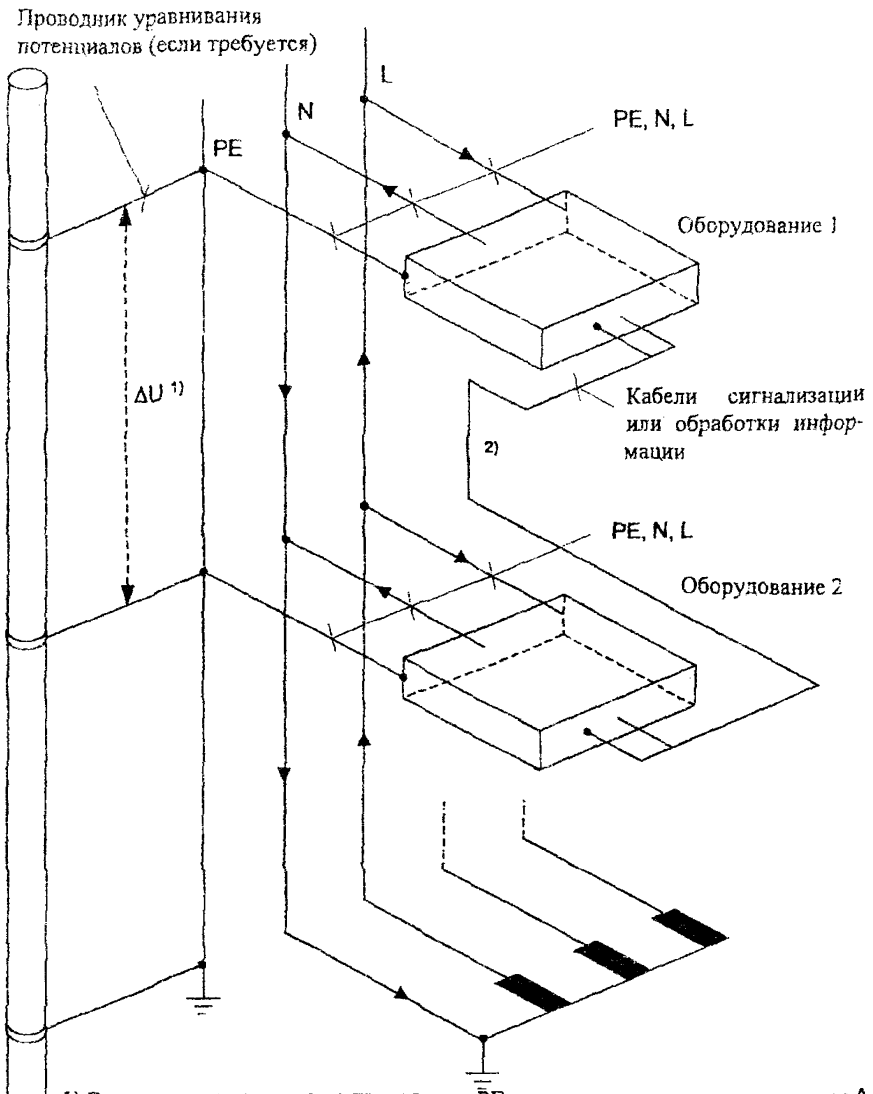
Рис. 3В. Предотвращение протекания нулевого рабочего тока по цепям системы уравнивания потенциалов при применении системы TN-S в здании, начиная от трансформаторной подстанции



1) В нормальном режиме на проводнике PE отсутствует падения напряжения Δ U
2) Контур, образованный кабелями оборудования обработки информации и сигнализации, имеет ограниченную площадь.
3) Сторонняя проводящая часть

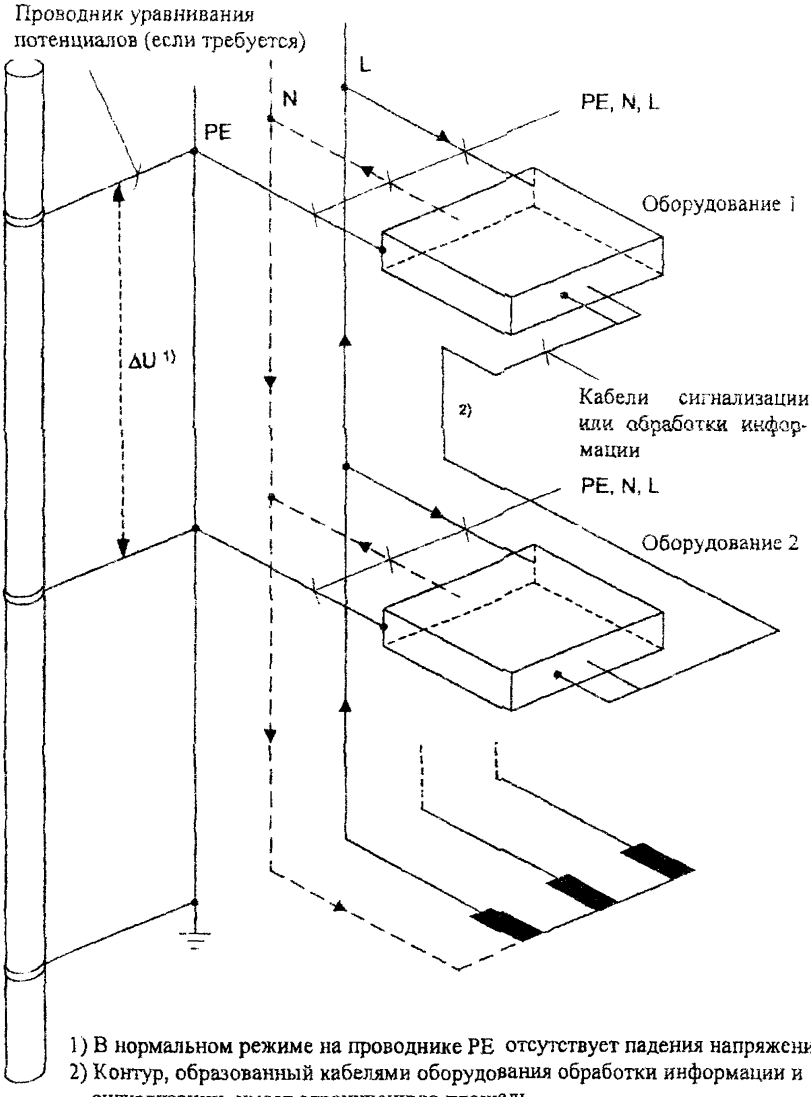
Примечание: Ток, протекающий в системе TN-S только по нулевому рабочему проводнику, в системе TN-C-S протекает также по экранам и шунтирующим проводникам информационных кабелей, открытым проводящим частям, а также сторонним проводящим частям, таким, например, по металлическим строительным конструкциям здания.

Рис.4. Система TN-C-S в электроустановке здания



1) В нормальном режиме на проводнике PE отсутствует падения напряжения Δ U
2) Контур, образованный кабелями оборудования обработки информации и сигнализации, имеет ограниченную площадь.

Рис. 5. Система TT в электроустановке здания.



1) В нормальном режиме на проводнике PE отсутствует падения напряжения Δ U
2) Контур, образованный кабелями оборудования обработки информации и сигнализации, имеет ограниченную площадь.

Рис. 6. Система IT в электроустановке здания

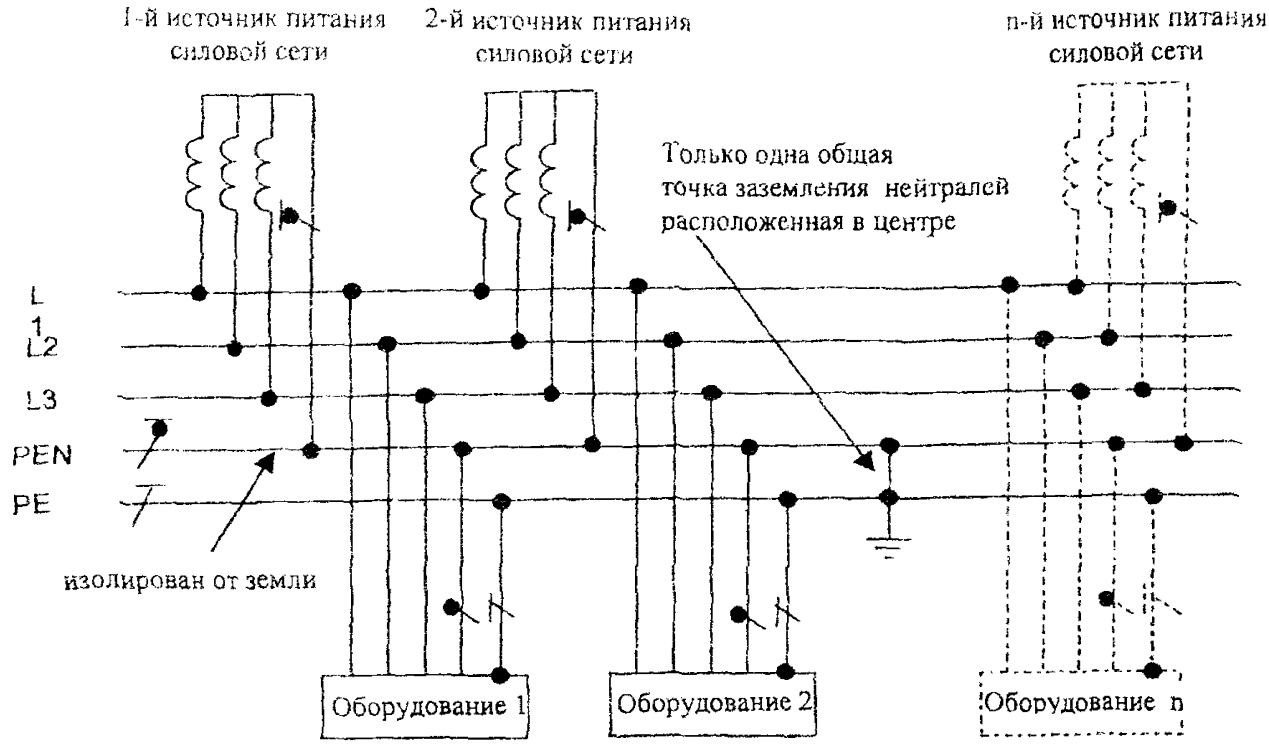


Рис. 7. Питание от нескольких источников в системе TN с заземлением нейтралей источников в одной общей точке

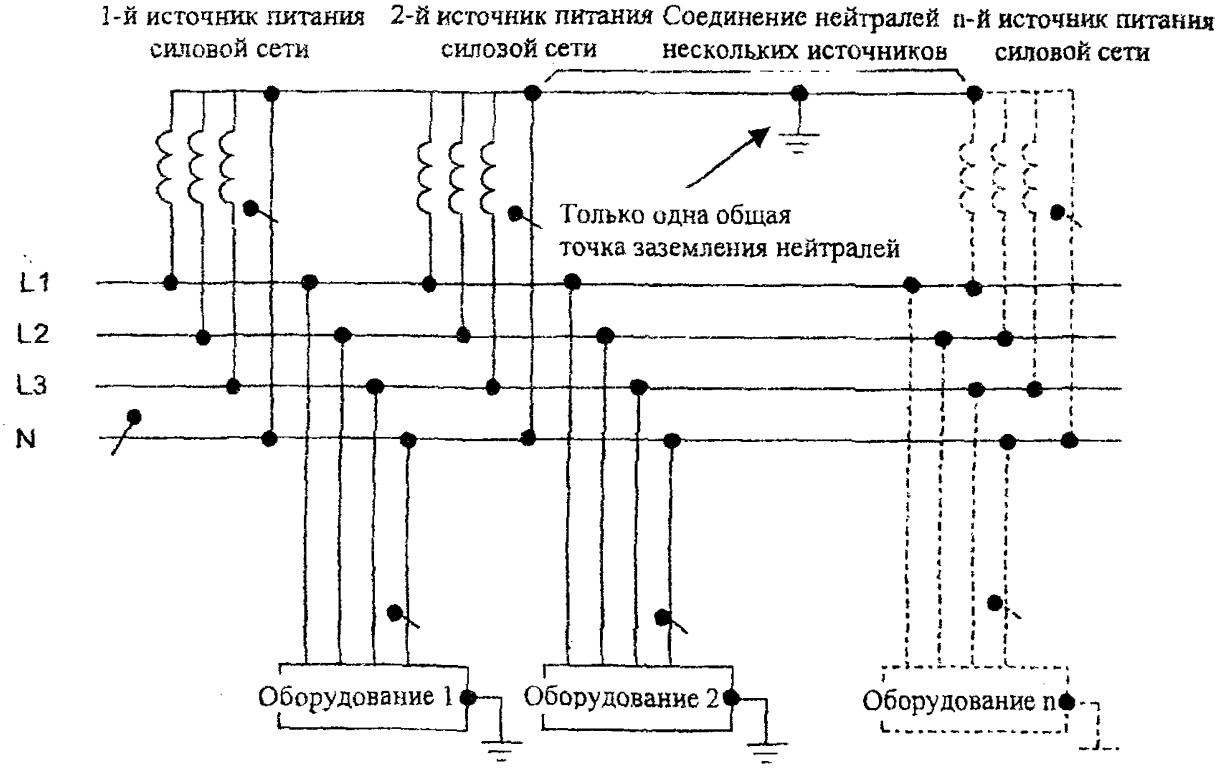
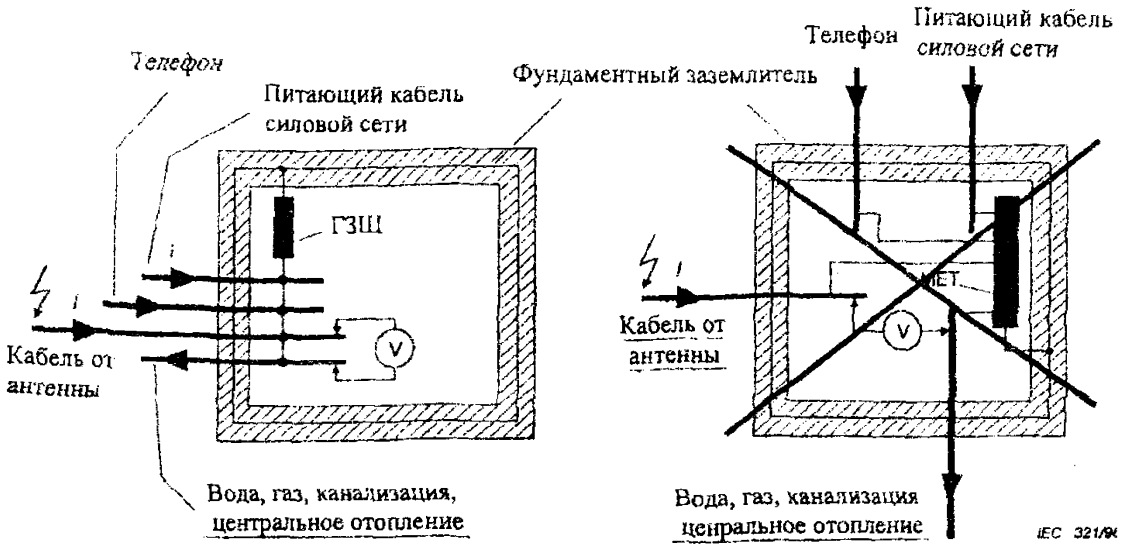


Рис. 8. Питание от нескольких источников в системе TT с заземлением нейтралей источников в одной общей точке



Рекомендуется ввод в одной точке

$U \equiv 0$ V

Ввод в разных точках

$U \neq 0$ V

ГЗШ – *главная заземляющая шина*

I – индуктивный ток

Рис. 9. Примеры ввода в здание бронированных кабелей и металлических труб

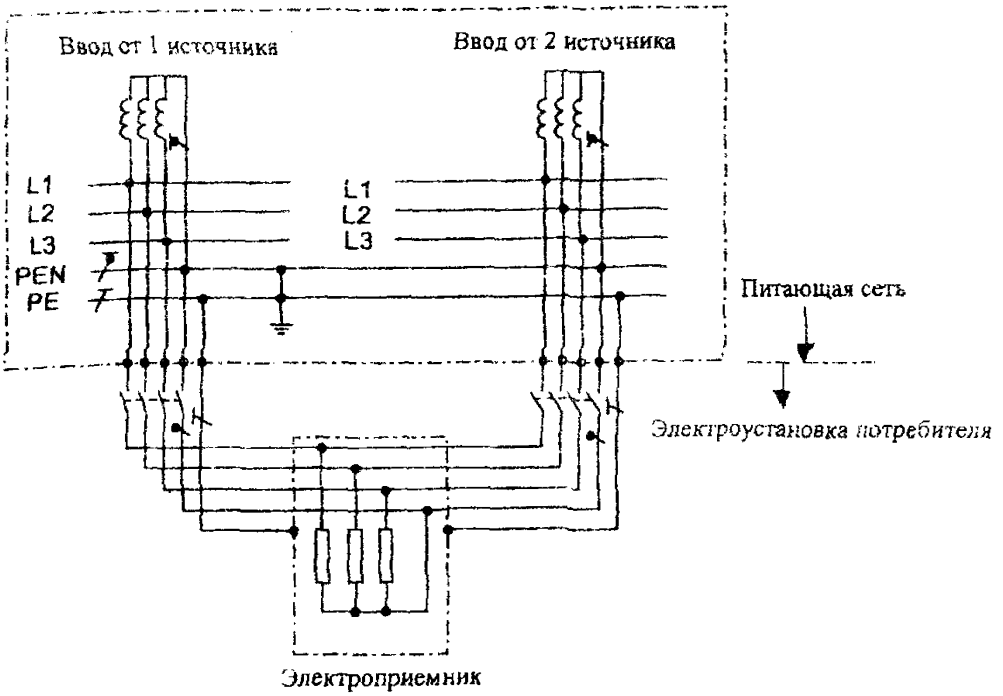


Рис. 10 А. Питание электроустановки с трехфазной сетью от двух источников с четырехполюсными выключателями на вводах.

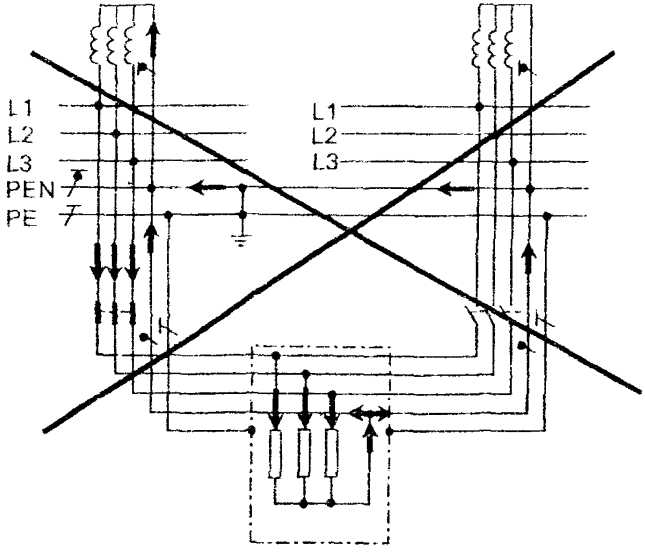


Рис. 10 В. Питание электроустановки с трехфазной сетью от двух источников с трехполюсными выключателями на вводах (недопустимо)

Примечание: При применении трехполюсных выключателей на вводах в электроустановку электромагнитные поля генерируются блуждающими токами.

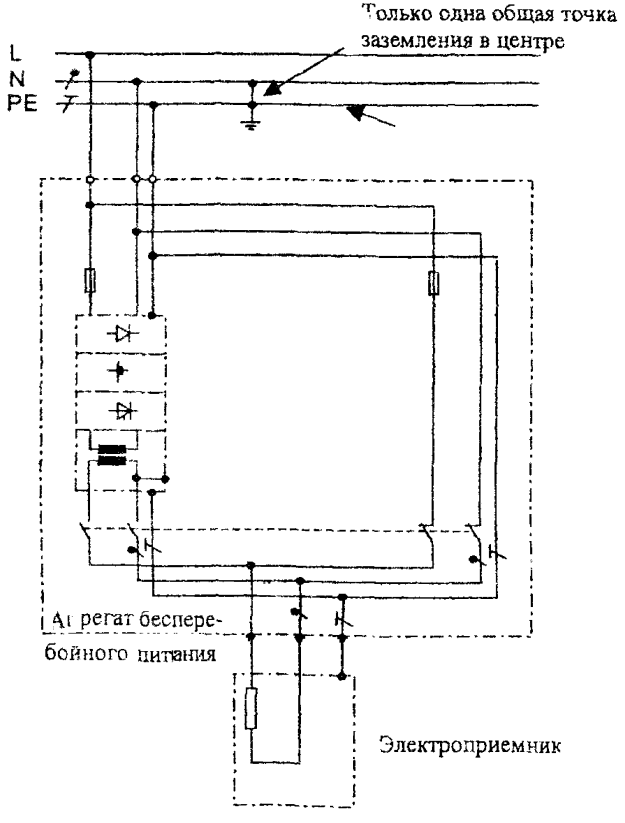
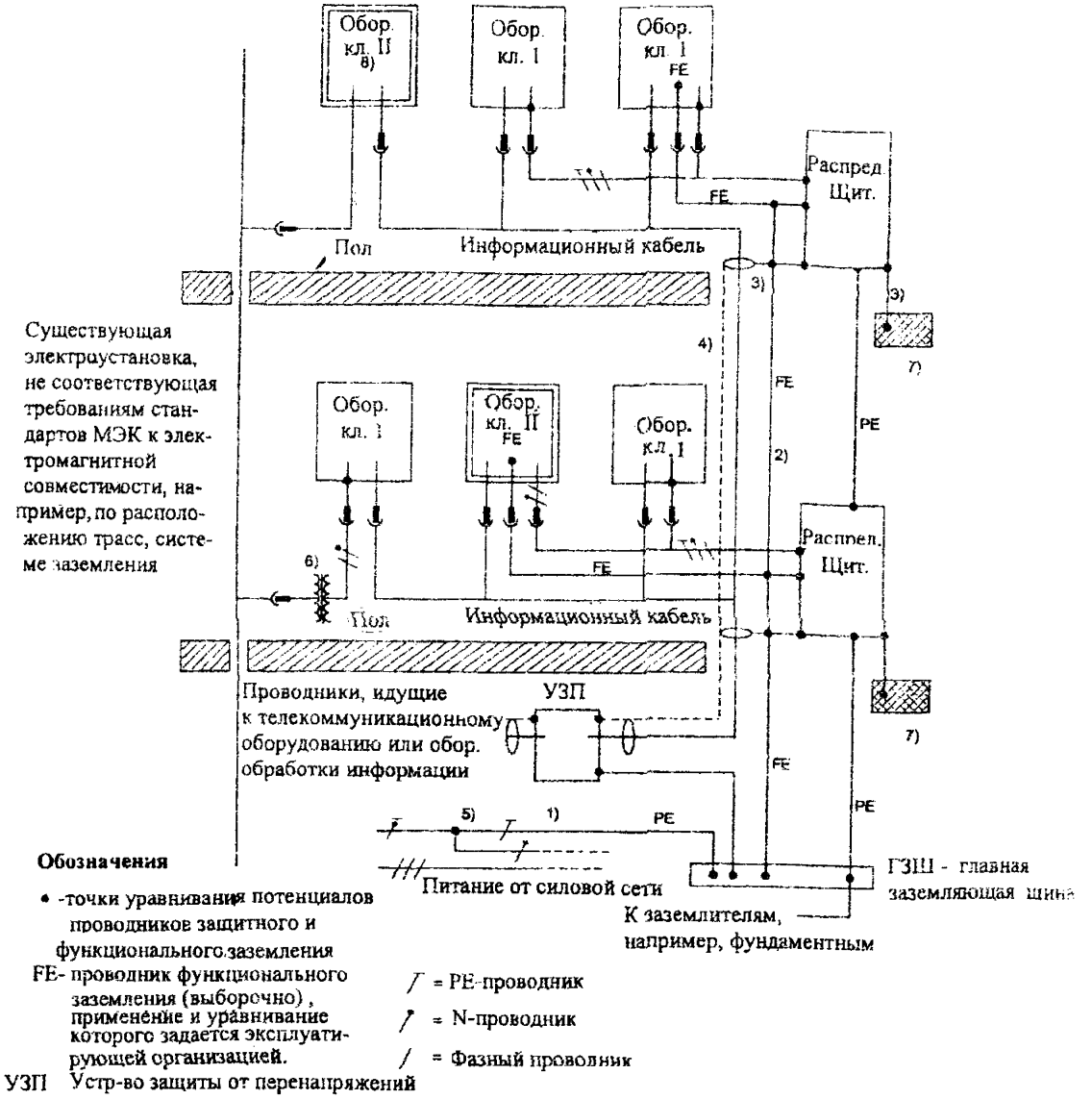


Рис. 10С. Питание электроустановки с однофазной сетью от рабочего и



Обозначения

• -точки уравнивания потенциалов проводников защитного и функционального заземления

FE- проводник функционального заземления (выборочно), применение и уравнивание которого задается эксплуатирующей организацией.

УЗП Устр-во защиты от перенапряжений

/ = PE-проводник

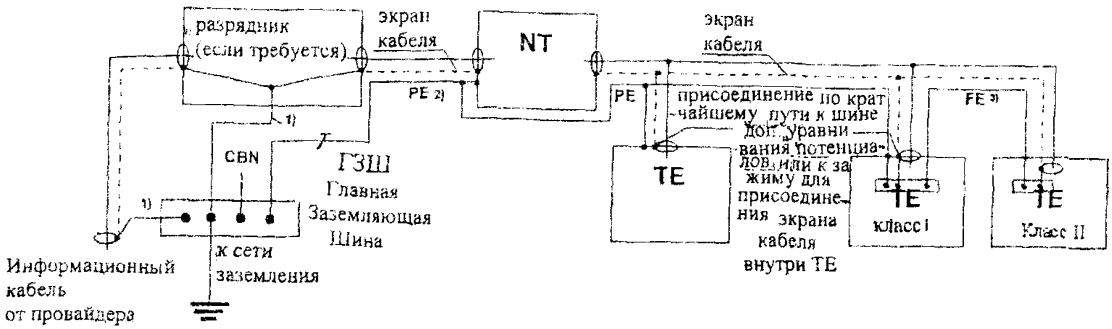
/ = N-проводник

/ = Фазный проводник

Рекомендуемые меры

1) Ввод в здание кабелей и труб в одном и том же месте.
2) Прокладка по одной трассе с необходимым разделением и исключением контуров (петель).
3) Уравнивание потенциалов проводниками кратчайшей длины и использованиезаземленного проводника параллельно инфрмационному кабелю.
4) Применение экранированных кабелей или проводов со скрученными парами.
5) Запрет применения системы TN-C после точки ввода.
6) Применение разделительных трансформаторов.
7) Выполнение горизонтальной дополнительной системы уравнивания потенциалов.
8) Применение оборудования класса II.

Рис. 11 А Пример обеспечения требований электромагнитной совместимости в существующем здании



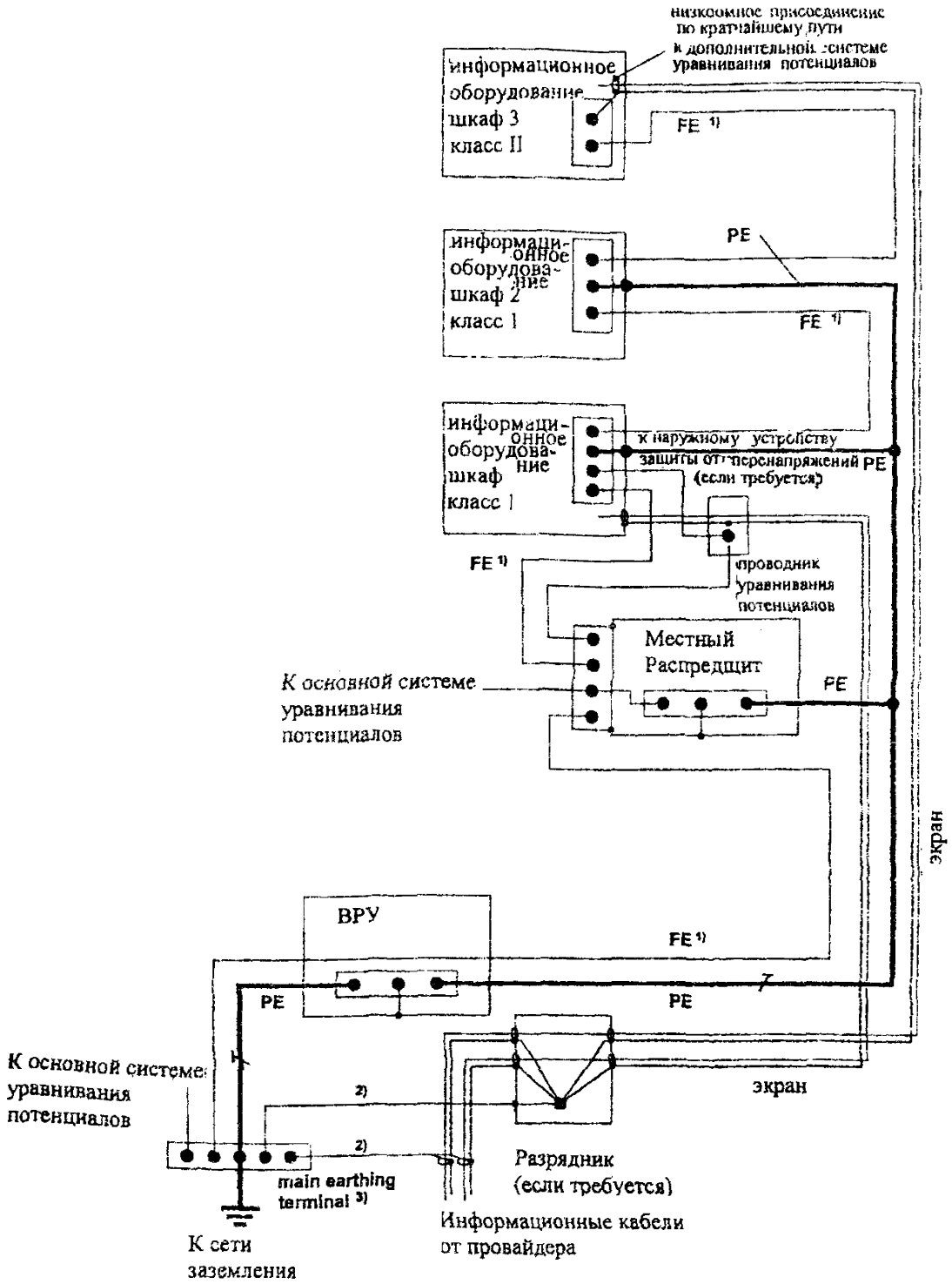
1) Низкоомное соединение по кратчайшему пути.

3) Защитный проводник (PE), проложенный в непосредственной близости от информационных кабелей для уменьшения площади контура (петли)

4) Проводник функционального зазаеления (FE) , например, проводник передачи рабочего сигнала при использовании земли в качестве обратного провода

ПРИМЕЧАНИЕ: Если оборудование NT и TE имеет непроводящие оболочки, проводник PE к оболочкам оборудования не присоединяется

Рис. 11 В Пример простой схемы основной системы уравнивания потенциалов информационного оборудования в здании.

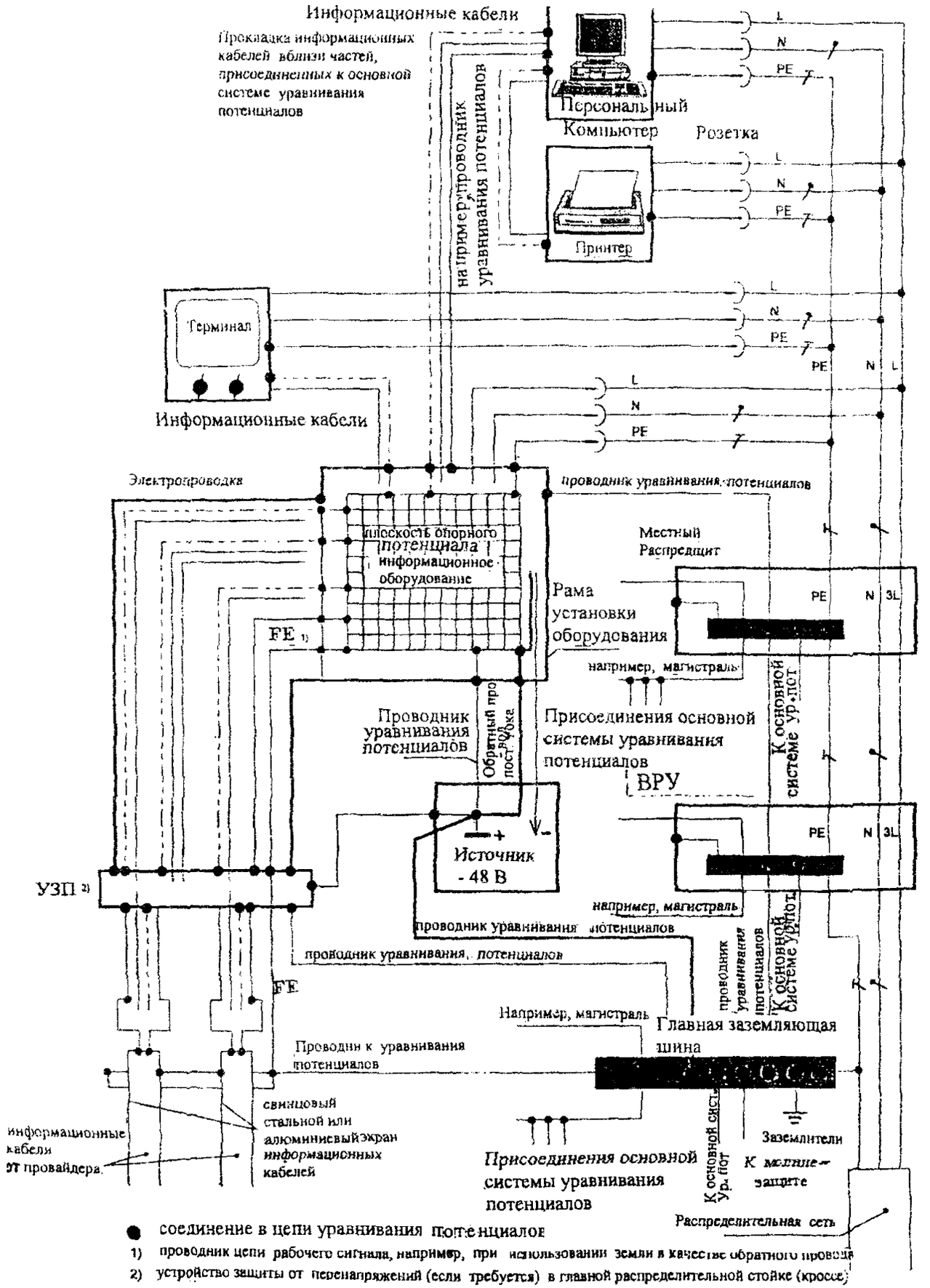


1) Например, При использовании земли в качестве обратного провода

2) Низкоомное соединение по кратчайшему пути

3) Главная заземляющая шина может быть размещена в ВРУ

Рис. 11 С Пример основной системы уравнивания потенциалов информационного оборудования в здании.



● соединение в цепи уравнивания потенциалов

1) проводник цепи рабочего сигнала, например, при использовании земли в качестве обратного провода

2) устройство защиты от перенапряжений (если требуется) в главной распределительной стойке (кроссе)

Рис. 11 Д . Пример улучшенной (сложной) системы уравнивания потенциалов информационного оборудования в здании

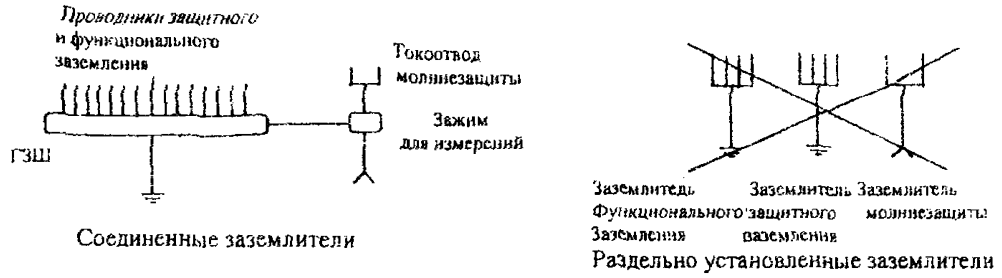


Рис. 12. Соединение заземлителей

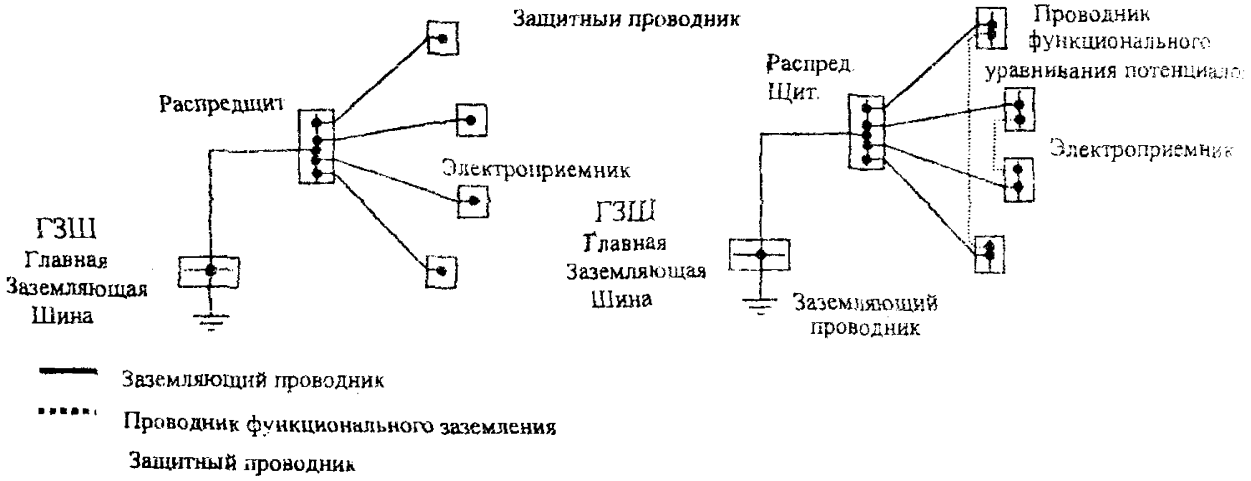


Рис. 13. Пример радиального соединения защитных проводников (звезда)

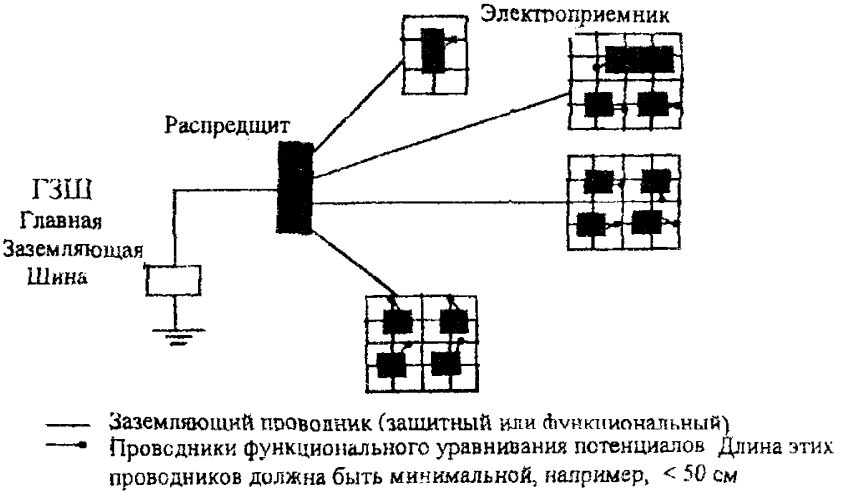


Рис. 14. Пример радиально-сетчатой системы уравнивания потенциалов
(Основа -- радиальная сеть. На конце каждого радиуса местное сетчатое уравнивание)

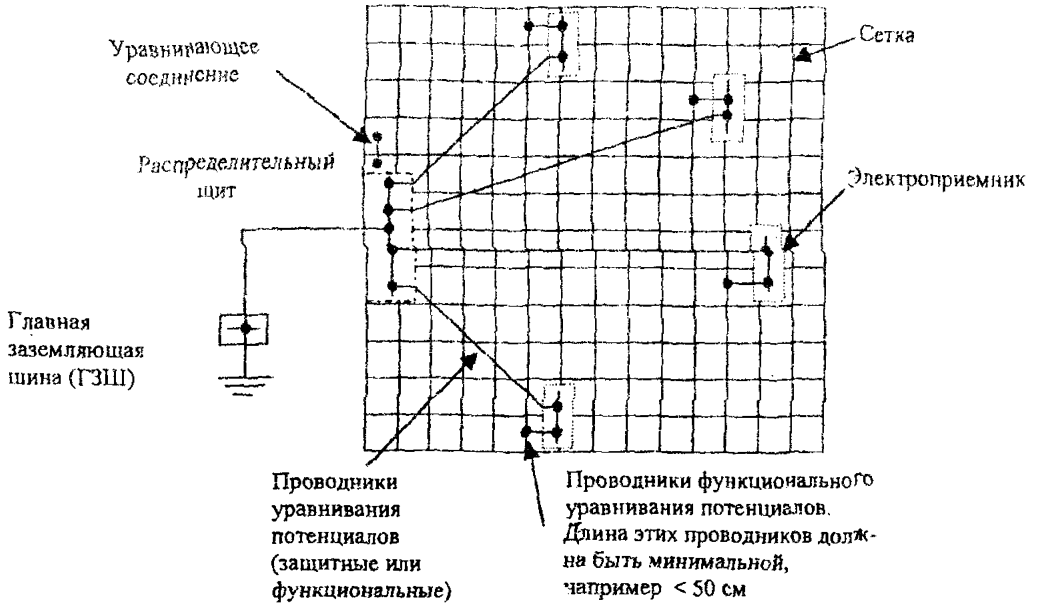


Рис. 15. Пример сетчато- радиальной системы уравнивания потенциалов
(Основа – сечатая структура большой площади, на которой размещена радиальная сеть)

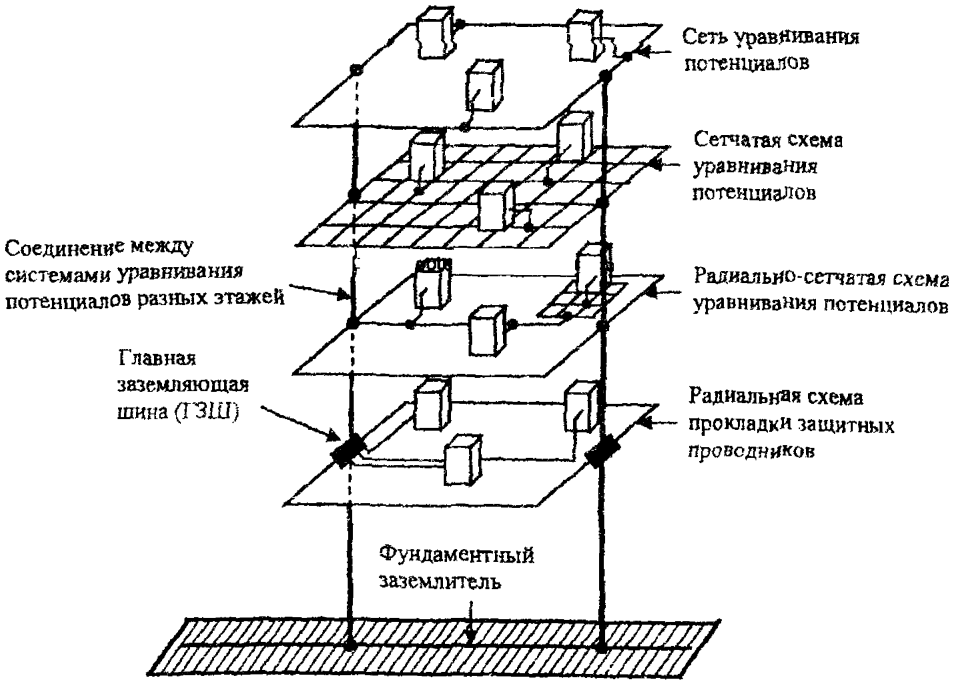


Рис. 16. Пример системы уравнивания потенциалов без присоединения молниезащиты

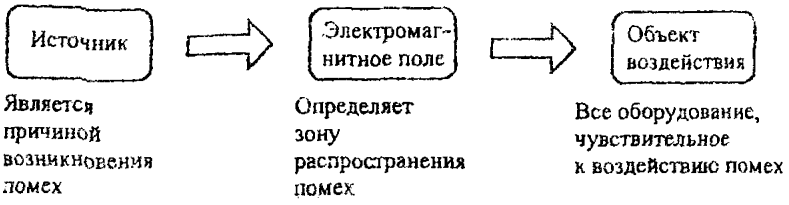


Рис.17. Условное изображение проблемы электромагнитной совместимости

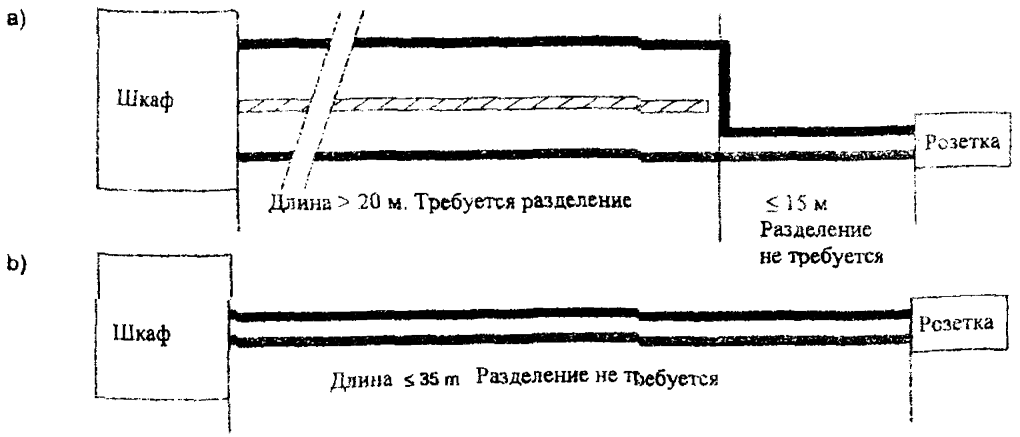


Рис. 18. Разделение силовых и информационных кабелей

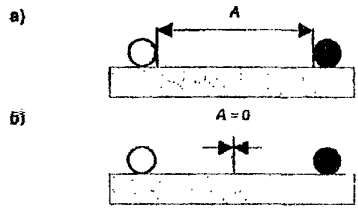


Рис. 19А Пример параллельной прокладки силовых и информационных кабелей без разделительной перегородки (разделителя).

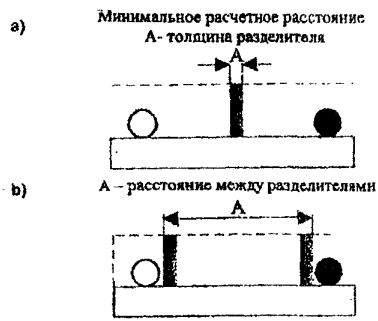


Рис. 19 В . Пример параллельной прокладки силовых и информационных кабелей, разделенных перегородкой (разделителем).



ПРИМЕЧАНИЕ: Все металлические части надежно соединены между собой и присоединены к системе уравнивания потенциалов.

Рис. 20. Разделение кабелей в электропроводках

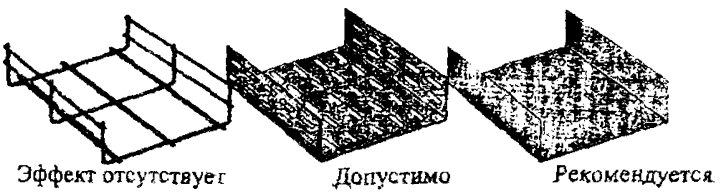


Рис. 21. Влияние конструкции металлических лотков на уровень электромагнитной совместимости

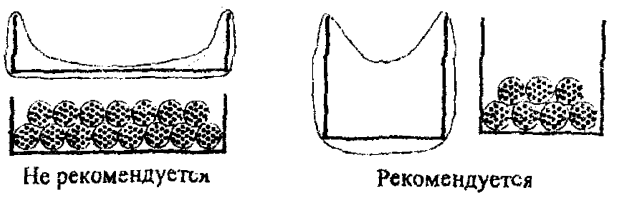


Рис. 22. Влияние глубины металлических лотков (коробов) на уровень электромагнитной совместимости

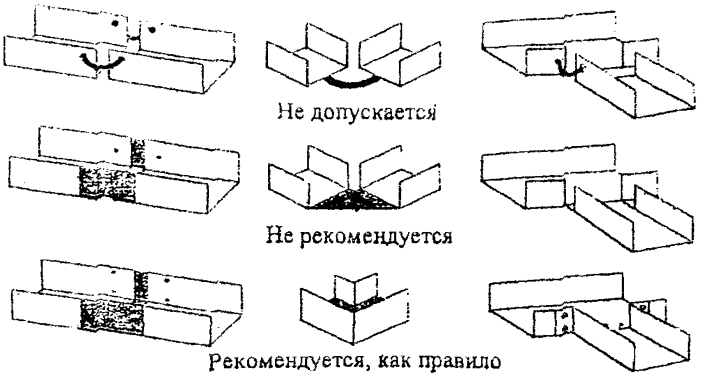


Рис. 23. Соединение секций металлических лотков

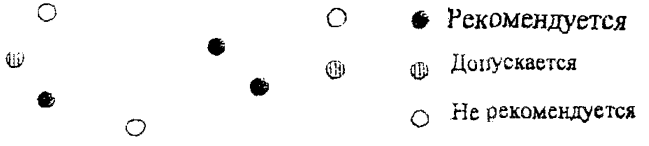


Рис. 24. Расположение кабелей внутри металлических профилей

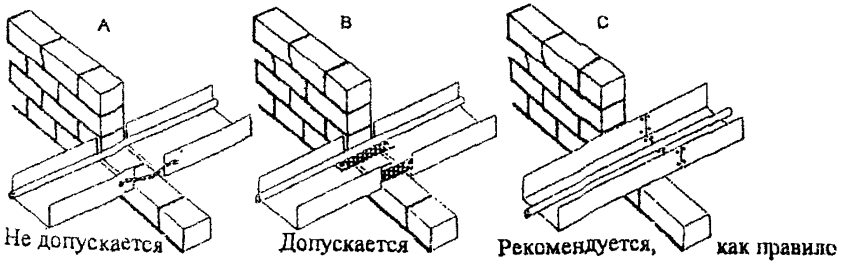


Рис 25. Соединение секций металлических лотков в местах прохода сквозь стену

Автор главы 1.7 ПУЭ Л.В. Казанцева ежемесячно проводит авторские консультационные семинары по теме "Новые требования электробезопасности в электроустановках до 1 кВ в соответствии с главой 1.7 ПУЭ седьмого издания".

Семинары проводятся в здании ОАО ПИИ Проектэлектромонтаж по адресу: г. Москва, ул. Большая Почтовая, д.26В,
тел. 267-41-15, факс 261-25-16.

Получить консультацию автора по вопросам, изложенным в "Пособии по выполнению заземления и уравнивания потенциалов оборудования информационных технологий" и по гл. 1.7 ПУЭ можно, направив свой вопрос по факсам 261-25-16, 267-57-56 или по E-mail: gost.e-ecolog.ru льтации платные.

gost.e-ecolog.ru