ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72072— 2025

ЗАЗЕМЛИТЕЛИ И ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Заземляющие устройства для стационарных установок связи. Технические требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма. Электротехника: наука и практика» (ООО «НПФ ЭЛНАП»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 336 «Заземлители и заземляющие устройства различного назначения»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 мая 2025 г. № 437-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 5
5 Общие требования 5
6 Технические требования к заземляющим устройствам 6
6.1 Общие технические требования 6
6.2 Требования к конструкции заземляющих устройств телекоммуникационных зданий 7
6.3 Требования к конструкции заземляющего устройства контейнеров и шкафов для электронного оборудования, удаленного от стационарных объектов связи 11
6.4 Требования к конструкции заземляющих устройств на базовых станциях 12
6.5 Требования к заземлителям, заземляющим проводникам и проводникам системы уравнивания потенциалов 16
Приложение А (справочное) Предельно допустимые напряжения и токи прикосновения и шага 18
Приложение Б (справочное) Система уравнивания потенциалов. Рисунки 21
Приложение В (обязательное) Заземление и уравнивание потенциалов для базовой станции. Рисунки 29
Приложение Г (справочное) Минимальные размеры заземлителей, заземляющих проводников и проводников системы уравнивания потенциалов 34
Библиография 38

Введение

Настоящий стандарт технических требований к заземляющим устройствам для стационарных установок связи разработан на основе межгосударственных и национальных стандартов Российской Федерации, отраслевых стандартов и рекомендаций Международного союза электросвязи.

Заземляющее устройство стационарных установок связи прежде всего обеспечивает защиту от поражения электрическим током (электробезопасность) при появлении потенциалов на открытых проводящих частях в нормальных и аварийных режимах работы. Особенность объектов электросвязи состоит в том, что на них могут использоваться электроустановки синусоидального переменного тока 50 Гц, постоянного и выпрямленного переменного тока, переменного тока с фазовым регулированием, переменного тока с частотой более 100 Гц. Необходимо при выполнении защитного ЗУ учитывать, что требования к системе выравнивания и уравнивания потенциалов, в зависимости от типа электроустановки, могут отличаться.

По условиям нормальной работы стационарных установок связи предъявляются специальные требования к сопротивлению заземляющего устройства.

На объектах связи применяют электронное и микропроцессорное оборудование, чувствительное к электромагнитным помехам. Для нормального функционирования установок связи необходимо обеспечить электромагнитную совместимость основного и вспомогательного оборудования. Заземляющее устройство необходимо для создания благоприятной электромагнитной обстановки за счет снижения излучаемых и кондуктивных электромагнитных помех, а также снижения уровней электростатических разрядов.

Использование на объектах связи антенн, установленных на крыше зданий или на базовых станциях сотовой связи, повышает вероятность ударов молнии в эти объекты. Заземляющее устройство обеспечивает стекание тока молнии в землю и защиту от вторичных воздействий молнии.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗАЗЕМЛИТЕЛИ И ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Заземляющие устройства для стационарных установок связи. Технические требования

Earth electrodes and earthing arrangements for various purposes. Earthing arrangements for stationary telecommunication installations. Technical requirements

Дата введения — 2025—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные технические требования к заземляющим устройствам стационарных установок связи, обеспечивающие электробезопасность, нормальное функционирование, электромагнитную совместимость оборудования и защиту от вторичных воздействий молнии.

Настоящий стандарт не распространяется на мобильные установки связи.

Настоящий стандарт предназначен для применения организациями, осуществляющими проектирование, приемку, испытания и эксплуатацию стационарных установок связи.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 464 Заземления для стационарных установок проводной связи, радиорелейных станций, радиотрансляционных узлов проводного вещания и антенн систем коллективного приема телевидения. Нормы сопротивления

ГОСТ 24375 Радиосвязь. Термины и определения

ГОСТ 32134.1 (EN 301 489-1:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства радиосвязи. Часть 1. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 12.1.038 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

ГОСТ Р 50397 (МЭК 60050-161:1990) Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения

ГОСТ Р 50571.5.54 (МЭК 60364-5-54:2021) Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрического оборудования. Заземляющие устройства и защитные проводники

ГОСТ Р 53801 Связь федеральная. Термины и определения

ГОСТ Р 58882 Заземляющие устройства. Системы уравнивания потенциалов. Заземлители. Заземляющие проводники. Технические требования

ГОСТ Р 59789 (МЭК 62305-3:2010) Молниезащита. Часть 3. Защита зданий и сооружений от повреждений и защита людей и животных от электротравматизма

ГОСТ Р 70646.2 Воздействие электрического тока на людей и домашних животных. Часть 2. Специальные аспекты

ГОСТ Р МЭК 62305-1 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы

ГОСТ Р МЭК 62305-4 Защита от молнии. Часть 4. Защита электрических и электронных систем внутри зданий и сооружений

ГОСТ Р МЭК 62561 (все части) Компоненты систем молниезащиты

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 53801, ГОСТ 24375, ГОСТ Р 50397, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

главный заземляющий зажим (шина) (main earthing terminal): Зажим [шина], являющийся(аяся) частью заземляющего устройства и обеспечивающий(ая) присоединение нескольких проводников с целью заземления.

[ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009, статья 826-13-15]

3.2

заземляющий проводник (earthing conductor): Проводник, создающий электрическую цепь или ее часть между данной точкой системы, или электроустановки, или оборудования с заземлителем (заземляющим электродом).

[ГОСТ Р МЭК 60050-195—2005, статья 195-02-03]

3.3

заземляющий электрод (заземлитель) (earth electrode): Проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, например, бетон.

[ГОСТ Р МЭК 60050-195—2005, статья 195-02-01]

3.4

защитный проводник заземления (защитный заземляющий проводник) (protective earthing conductor): Защитный проводник, предназначенный для защитного заземления.

[ГОСТ Р 57190—2016, статья 01-10-30]

3.5

защитный проводник (PE) [protective conductor (identification: PE)]: Проводник, предназначенный для целей безопасности, например, для защиты от поражения электрическим током.

[ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009, статья 826-13-22]

3.6

земля (earth): Часть Земли, которая находится в электрическом контакте с заземлителем и электрический потенциал которой не обязательно равен нулю.

[ГОСТ Р МЭК 60050-195—2005, статья 195-01-03]

3.7 **источник питания (установка питания)** (power supply): Комплекс оборудования, преобразующий электрическую энергию внешней сети переменного тока или собственных резервных источников в электроэнергию требуемого качества для питания телекоммуникационного оборудования и оборудования ИКТ.

3.8

нейтральный проводник (N) (neutral conductor): Проводник, присоединенный электрически к нейтральной точке и используемый для распределения электрической энергии.

[ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009, статья 826-14-07]

3.9 **оборудование ИКТ:** Оборудование, разработанное для информационно-коммуникационных технологий.

Примечание — Такое оборудование подобно оборудованию информационных технологий (ИТ, IT), но фокусируется прежде всего на коммуникационных технологиях. Включает в себя Интернет, беспроводные сети, сотовые телефоны и другие коммуникационные носители.

3.10 **обратный провод сети постоянного тока:** (+) Проводник 48-вольтового или 60-вольтового источника питания постоянного тока.

3.11

система уравнивания потенциалов (equipotential bonding system; EBS): Совокупность соединений проводящих частей, обеспечивающих уравнивание потенциалов между ними.

[ГОСТ Р 57190—2016, статья 01-12-42]

3.12 **общая система уравнивания потенциалов;** ОСУП (common equipotential bonding system, common bonding network; CBN): Система уравнивания потенциалов, обеспечивающая одновременно защитное уравнивание потенциалов и функциональное уравнивание потенциалов.

Примечание — Основная система уравнивания потенциалов в здании представляет собой набор металлических элементов, которые соединены между собой преднамеренно или случайным образом. В состав ОСУП входят: стальные элементы конструкции каркаса здания или железобетонная арматура, металлические трубы водопровода и канализации, кабельные короба и трубы для прокладки сети переменного тока, защитные заземляющие проводники, кабельросты и провода и шины системы уравнивания потенциалов. ОСУП всегда имеет конфигурацию в виде сетки и соединена с заземляющим устройством.

3.13 **система уравнивания потенциалов в виде сетки** [(СУП) в виде сетки)] [MESHed Bonding Network (MESH-BN)]: Система уравнивания потенциалов, в которой все взаимодействующее оборудование, шкафы, стативы, щиты, корпуса оборудования и, как правило, обратный провод сети питания постоянным током соединены между собой, а также во многих точках — с СУП.

3.14 **изолированная система уравнивания потенциалов в виде сетки** [(СУП-И) в виде сетки] [MESHed Isolated Bonding Network (MESH-IBN)]: Тип СУП, в которой компоненты СУП (например, шкафы оборудования) соединены между собой, образуя собственную изолированную СУП в виде сетки.

Примечание — Данный тип СУП может быть сформирован с помощью многократных соединений между корпусами шкафов или присоединением всего оборудования к металлической сетке, смонтированной ниже оборудования. Эта металлическая сетка изолирована от ОСУП.

3.15

сеть заземлителей (earth-electrode network): Часть заземляющего устройства, состоящая из соединенных между собой заземлителей.

[ГОСТ Р 57190—2016, статья 01-10-67]

3.16 **системный блок** (system block): Группа оборудования, корпуса и проводящие части которой, образуют выделенную систему уравнивания потенциалов.

3.17

уравнивание потенциалов (bonding): Электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов с помощью системы элементов, представляющих собой совокупность проводящих частей и соединительных проводников, обеспечивающих уравнивание потенциалов.

[ГОСТ Р 57190—2016, статья 01-13-76]

3.18 **потенциаловыравнивающая сетка** (bonding mat): Система уравнивания потенциалов, элементы которой связаны в виде металлической сетки.

Примечание — Сетка может быть расположена ниже или выше группы оборудования, составляющей системный блок.

3.19

PEN-проводник (PEN conductor): Проводник, совмещающий функции защитного заземляющего проводника и нейтрального проводника.

[ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009, статья 826-13-25]

3.20 **шкаф для электронного оборудования;** ШЭО: Контейнер для электронного оборудования (EEE), в котором все установленное оборудование имеет полный доступ снаружи без необходимости входа внутрь шкафа.

3.21 **контейнер для электронного оборудования;** КЭО: Конструкция, которая обеспечивает физическую защиту и защиту от воздействий окружающей среды оборудования электронной связи и которая:

- имеет только один уровень;
- имеет площадь не более 100 м^2;
- использует электроснабжение на переменном токе.

3.22 **надземный контейнер для электронного оборудования;** НКЭО: Контейнер для электронного оборудования (КЭО), который полностью или частично находится над уровнем земли.

Примечание — Установленное оборудование полностью доступно изнутри. Подкатегория НзКЭО включает в себя передвижные конструкции, а также конструкции, частично или полностью построенные или собранные на месте.

3.23 **подземный контейнер для электронного оборудования;** ПКЭО: Контейнер для электронного оборудования (КЭО), полностью расположенный ниже уровня земли, кроме входа в контейнер, ввода переменного тока и оборудования для контроля окружающей территории, если это необходимо.

Примечание — Установленное оборудование полностью доступно изнутри.

3.24 **шина уравнивания потенциалов:** Проводник или группа проводников, которые служат для соединения между собой главного зажима заземления и металлических конструкций в контейнере для электронного оборудования (КЭО).

Примечание — Шина уравнивания потенциалов также может быть подключена к другим шинам или клеммам, подключенным к сети заземления или металлоконструкциям.

3.25 **кольцевая шина уравнивания потенциалов:** Шина уравнивания потенциалов, образующая замкнутое электрически непрерывное кольцо.

3.26 **блок управления навигационными огнями;** БУНО: Блок, управляющий светильниками на опоре для предупреждения пилотов самолетов о наличии опоры.

3.27 **миниатюрная базовая станция:** Тип базовой радиостанции (БС), размер и радиочастотная мощность которого намного меньше или ниже, чем у обычных станций.

3.28 **традиционная телекоммуникационная установка:** Типичная установка связи (включая удаленные площадки с электронным оборудованием), где молниезащита, заземление и уравнивание потенциалов соответствуют требованиям Рекомендаций МСЭ-Т серии K.

3.29 **нетрадиционная телекоммуникационная установка:** Использование простых объектов, таких как опоры уличного освещения, опоры воздушных линий (связи, электропередачи) в городе и в сельской местности, рекламные щиты и т. д., для установки телекоммуникационного оборудования, где молниезащита, заземление и уравнивание потенциалов не соответствуют требованиям Рекомендаций МСЭ-Т серии K.

3.30 **одноточечное соединение;** ОТС: Точка СУП-И, где выполнено единственное соединение с ОСУП.

Примечание — В действительности ОТС не является «точкой» и имеет достаточные размеры для выполнения соединений проводников. Обычно ОТС представляет собой медную шину. Если к ОТС необходимо подключить экраны кабелей или коаксиальные внешние проводники, ОТС может представлять собой металлический каркас оборудования или конструкцию из листового металла.

3.31 **окно одноточечного соединения;** окно ОТС: Граница раздела или переходная зона между изолированной СУП и общей СУП.

Примечание — Его размер обычно не превышает 2 м. Шина ОТС или металлический каркас оборудования находится внутри этой зоны и используется для соединения СУП-И и ОСУП. Проводники (например, экраны кабелей или обратные проводники сети постоянного тока), которые входят в системный блок и подключаются к его СУП-И, должны проходить через окно ОТС и подключаться к шине ОТС или каркасу.

3.32 **рабочее (функциональное) заземление:** Заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

БС — базовая станция;

ВРУ — вводное распределительное устройство;

ГЗШ — главная шина заземления;

ЗУ — заземляющее устройство;

КЗ — короткое замыкание;

ОТС — одноточечное соединение;

ПУЭ — правила устройства электроустановок;

УЗИП — устройство защиты от импульсных перенапряжений;

ЭМС — электромагнитная совместимость;

ЭПУ — электропитающая установка;

ЭПТ-СУП — система электроснабжения с обратным проводом сети постоянного тока, включенным в СУП;

ЭПТ-И — система электроснабжения с изолированным обратным проводом сети постоянного тока.

5 Общие требования

5.1 На стационарных установках связи следует оборудовать одно общее рабочее (функциональное) и защитное ЗУ:

- если отсутствуют соединительные линии и цепи дистанционного питания аппаратуры, использующие землю в качестве провода электрической цепи;
- если заземлен «минус» источника тока дистанционного питания (при этом цепи дистанционного питания допускается включать по схеме «провод-земля») или заземлен «плюс» источника тока, но отсутствуют цепи дистанционного питания по схеме «провод-земля». При этом соединительные линии могут использовать «землю» в качестве провода электрической цепи.

На стационарных установках связи следует оборудовать обособленные рабочее (функциональное) и защитное заземляющие устройства в тех случаях, когда:

- имеются цепи дистанционного питания по схеме «провод-земля» с заземлением «плюса» источника тока;
- в руководстве по эксплуатации поставщика оборудования связи указано требование о выполнении отдельного рабочего заземляющего устройства.

5.2 Заземляющее устройство стационарных установок связи выполняют:

- для защиты от поражения электрическим током (электробезопасность) при появлении потенциалов на открытых проводящих частях в нормальных и аварийных режимах работы;
- для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования при электромагнитных воздействиях;
- для уменьшения пожароопасности;
- по условиям нормального функционирования оборудования;
- для стекания тока молнии в землю и защиты от вторичных воздействий молнии.

5.3 Электробезопасность характеризуется предельно допустимыми значениями напряжения прикосновения и шага и должна быть обеспечена при любых условиях эксплуатации установок связи. Предельно допустимое напряжение прикосновения и шага в зависимости от времени воздействия приведено в приложении А. Электробезопасность обеспечивается выполнением защитного заземления и системы уравнивания потенциалов.

5.4 Пожарная опасность возникает из-за искрообразования между проводящими частями, находящимися под разными потенциалами. Снижение пожарной опасности при нормальных и аварийных режимах работы, а также ударах молнии в молниеотводы обеспечивает основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов.

5.5 Основное и вспомогательное оборудование стационарных установок связи должно быть испытано на помехоустойчивость по ГОСТ Р 51317.4.1 и ГОСТ 32134.1. Электромагнитная совместимость оборудования стационарных установок связи обеспечена, если создана такая электромагнитная обстановка, когда уровни электромагнитных помех не превышают помехоустойчивости оборудования. Система уравнивания потенциалов, заземление экранов кабелей, шкафов и оборудования снижает уровни излучаемых и кондуктивных электромагнитных помех. Заземляющее устройство также способствует снижению зарядов статического электричества.

5.6 На стационарных установках связи должна быть выполнена молниезащита. Заземляющее устройство обеспечивает стекание тока молнии в землю. Требования к заземляющему устройству молниезащиты установлены в ГОСТ Р МЭК 62305-1 и ГОСТ Р 59789.

Молния является мощным естественным источником электромагнитных воздействий на электрические и электронные системы внутри зданий и сооружений. Защита от электромагнитных воздействий молнии должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-4.

6 Технические требования к заземляющим устройствам

6.1 Общие технические требования

6.1.1 Технические требования к защитному ЗУ установлены в [1], глава 1.7, ГОСТ Р 58882 и ГОСТ Р 50571.5.54.

Защитное ЗУ следует выполнять с соблюдением требований к напряжению прикосновения (см. приложение А) либо к его сопротивлению. Нормы на сопротивление защитного ЗУ даны в [1], глава 1.7, и ГОСТ 464.

При выполнении ЗУ по нормам на сопротивление должны быть выполнены требования к конструкции заземлителей, системы уравнивания и выравнивания потенциалов.

Для заземления электроустановок должны быть использованы искусственные и естественные заземлители. Искусственные заземлители выполнять не обязательно, если естественные заземлители обеспечивают нормируемые параметры ЗУ.

Для защиты от поражения электрическим током должны быть выполнены основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов. Все сторонние проводящие части должны быть заземлены путем присоединения с помощью заземляющих проводников к заземлителю или магистрали заземления.

Требуемые значения напряжений прикосновения и сопротивления заземляющих устройств при стекании с них токов замыкания на землю и токов утечки должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях в любое время года.

При определении сопротивления ЗУ должны быть учтены искусственные и естественные заземлители.

При определении удельного сопротивления земли в качестве расчетного следует принимать его сезонное значение, соответствующее наиболее неблагоприятным условиям.

Заземляющие устройства должны быть механически прочными, термически и динамически стойкими к токам замыкания на землю.

6.1.2 Для заземления в электроустановках разных назначений и напряжений, территориально сближенных, следует, как правило, применять одно общее заземляющее устройство. Общее рабоче-защитное ЗУ должно быть выполнено в соответствии с требованиями 6.1.1.

Сопротивление общего рабоче-защитного ЗУ должно быть не более нормируемых значений по ГОСТ 464.

6.1.3 При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего (функционального) заземления должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

Требования по сопротивлению отдельного рабочего ЗУ установлены в ГОСТ 464. Дополнительные требования по сопротивлению рабочего ЗУ могут быть установлены производителем оборудования для установки связи.

На стационарных установках связи в соответствии с требованиями ГОСТ 464 могут быть оборудованы измерительные ЗУ, которые подключают параллельно защитному ЗУ на главной заземляющей шине. Сопротивление измерительного ЗУ не должно быть более 100 Ом в грунтах с удельным сопротивлением до 100 Ом·м и 200 Ом — в грунтах с удельным сопротивлением более 100 Ом · м.

Расстояние между отдельными неизолированными частями разных ЗУ (между рабочим, защитным, измерительным и др.) на участке до ввода в здание не должно быть менее 20 м.

6.1.4 ЗУ молниезащиты должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59789.

6.2 Требования к конструкции заземляющих устройств телекоммуникационных зданий

6.2.1 Требования к конструкции защитных ЗУ электроустановок телекоммуникационных зданий установлены в [1], глава 1.7, ГОСТ Р 58882 и ГОСТ Р 50571.5.54.

6.2.2 В телекоммуникационных зданиях должна быть выполнена система уравнивания потенциалов.

Система уравнивания потенциалов может быть выполнена:

- на уровне здания: основная система уравнивания потенциалов (ОСУП);
- на уровне группы оборудования: СУП в виде сетки (ССУП) или изолированная СУП (СУП-И), являющиеся частью ОСУП.

6.2.3 Все элементы ОСУП должны быть связаны между собой и приближаться по конструкции к трехмерной сетке.

6.2.4 Точки выхода всех выходящих из здания коммуникаций и заземляющих проводников рекомендуется располагать рядом друг с другом. В частности, ввод питания переменного тока, точка входа кабеля связи и точка входа заземляющего проводника должны быть расположены в непосредственной близости друг от друга.

6.2.5 Здание должно быть оборудовано главной заземляющей шиной, расположенной как можно ближе к точкам ввода кабелей питания переменного тока и кабелей связи. К главному зажиму заземления должны быть подключены:

- заземлители с помощью проводников наименьшей длины;
- нейтраль сети электроснабжения переменного тока (в системах TN);
- экраны кабелей (в точке ввода в здание) непосредственно либо через разрядники или конденсаторы, если это требуется из соображений защиты от коррозии;
- проводники ОСУП.

В ОСУП должны быть включены:

- металлические конструкции здания, включая балки и железобетонную арматуру, где это возможно;
- кабельные опорные металлоконструкции, лотки, стойки, кабельные каналы, трубы и короба сети переменного тока.

6.2.6 Если на кабелях связи предусмотрена первичная защита от перенапряжений [2], то устройства защиты должны быть присоединены между экраном кабеля и ОСУП проводниками минимальной длины.

6.2.7 Если ВРУ переменного напряжения предусмотрены устройства защиты от перенапряжений, то эти защитные устройства должны быть подключены к ОСУП проводником минимальной длины.

6.2.8 Входящие в цепь защитного проводника ОСУП механические соединения, электрическая непрерывность которых не подтверждена, должны быть зашунтированы доступными осмотру перемычками минимальной длины.

6.2.9 СУП в виде сетки представляет собой соединение шкафов и стоек телекоммуникационного и другого электрооборудования между собой во многих точках, а также множественные соединения с ОСУП.

Рекомендуется использовать следующие методы соединения: винтовое/болтовое соединение, точечную сварку и сварные швы.

В некоторых ситуациях может быть выполнена СУП в виде сетки с подключением всех корпусов оборудования системного блока к проводящей (потенциаловыравнивающей) сетке, расположенной выше либо ниже группы шкафов с оборудованием. Пример применения потенциаловыравнивающей сетки приведен на рисунке Б.1.

6.2.10 СУП-И представляет собой часть ОСУП, предназначенную для подключения к ней оборудования какого-либо системного блока и изолированную от остальной части ОСУП, за исключением соединения в одной точке. В этой точке через переходную область между СУП-И и ОСУП заходят проводники в системный блок (окно одноточечного соединения).

СУП-И может быть выполнена по схеме «звезда» или по схеме в виде сетки (см. рисунок Б.2).

В пределах СУП-И количество соединений между шкафами, стойками и другим оборудованием определяется схемой питания постоянным током и схемой подключения сигнальных кабелей. Например, если обратный провод сети питания постоянного тока имеет несколько соединений со шкафами, то рекомендуется выполнить несколько соединений каркаса шкафа и стоек под оборудование, так как это будет способствовать уменьшению перенапряжения в случае КЗ в сети постоянного тока в пределах СУП-И.

6.2.11 Если экран кабелей витой пары не заземлен на конце у оборудования в пределах СУП-И, в то время как другой конец экрана присоединен к ОСУП, то импульсные перенапряжения в ОСУП могут навести синфазные перенапряжения в цепях этого кабеля. Если такие кабели подходят к устройствам, которые могут удовлетворительно работать при наличии постоянной синфазной помехи (например, оптические развязки, трансформаторы или устройства защиты от перенапряжений), и если эти устройства также могут выдерживать синфазные импульсные помехи, то в этом случае экран к СУП-И допускается не присоединять.

У коаксиального кабеля оболочка обязательно присоединяется к цепям с полезным сигналом на каждом конце. Для изоляции оболочки рекомендуется использовать трансформаторы или оптические развязки. Если экранированный кабель или волновод заходит на территорию СУП-И с территории, где выполнена ОСУП, то наиболее эффективным в общем случае является присоединение обоих концов экрана или волновода к корпусу оборудования, а также присоединение экрана или волновода к одноточечному соединению.

6.2.12 Одноточечное соединение рекомендуют выполнять вблизи систем, подключенных к СУП-И, и оно должно быть единственным соединением между СУП-И и ОСУП.

6.2.13 Все проводники и кабели, подключаемые к системному блоку, должны проходить вблизи ОТС (т. е. через окно ОТС). Металлоконструкции вблизи системного блока должны быть присоединены к одноточечному соединению во избежание поражения электрическим током или электрического пробоя в случае удара молнии в здание. КРОСС рекомендуют устанавливать около ОТС, поскольку это облегчает подключение к ОТС экранов кабелей. Экраны всех кабелей, проходящих через окно ОТС, следует подключать к ОТС.

Кабели, не относящиеся к оборудованию СУП-И и пересекающие зону СУП-И, должны быть проложены на достаточном расстоянии от кабелей, подключаемых к ОТС и системному блоку.

6.2.14 Требования к конструкции ЗУ молниезащиты телекоммуникационных зданий установлены в ГОСТ Р 59789.

6.2.15 В телекоммуникационных зданиях питание постоянным током обычно выполняют от централизованной электропитающей установки постоянного тока, при этом положительный полюс подключается к ОСУП. Эта полярность выбрана для минимизации коррозии внешней кабельной системы. Для некоторых систем передачи возможны исключения из этого правила.

Обратный провод сети постоянного тока может быть подключен к окружающим ее СУП в единственной точке. Такую конфигурацию называют системой электроснабжения с «изолированным обратным проводом сети постоянного тока» (ЭПТ-И).

В другом случае обратный провод сети постоянного тока может подключаться к СУП в нескольких точках (в этом случае некоторая составляющая постоянного тока будет протекать по СУП). Такое исполнение называют системой электроснабжения с «обратным проводом сети постоянного тока, включенным в СУП» (ЭПТ-СУП).

6.2.16 СУП не требует регулярного обслуживания, кроме проверки качества металлосвязи проводников уравнивания потенциалов в соответствии с действующими НТД. Прокладка дополнительных проводников улучшает пространственную сетку СУП.

Для СУП-И необходимо поддерживать схему с соединением в одной точке. Для контроля одноточечного соединения в системе постоянного тока с изолированной нейтралью рекомендуется использовать контроль нулевого значения постоянного тока в проводнике одноточечного соединения (с помощью токоизмерительных клещей, например).

В других схемах рекомендуется использовать методы контроля ЗУ с трассировкой проводников СУП.

6.2.17 Используемая конфигурация СУП определяется типом оборудования, подключаемого к ОСУП.

В приложении Б приведены три примера:

1) СУП в виде сетки (см. рисунок Б.1);
2) СУП-И в виде потенциаловыравнивающей сетки (см. рисунок Б.3);

3) СУП-И в виде звезды или «редкой» сетки с изоляцией обратного проводника системы электроснабжения постоянного тока (см. рисунок Б.4).

В СУП в виде сетки рекомендуется выполнять большое количество связей между следующими токопроводящими элементами:

- шкафами и кабельными стойками оборудования связи и периферийного оборудования;
- корпусами всех систем, размещенных в телекоммуникационном здании;
- PE-проводниками сети электроснабжения переменного тока типа TN-S;
- всеми металлическими частями, которые согласно [1] должны быть соединены с защитным проводником,
- главной шиной заземления, включая заземляющие проводники и заземлители;
- всеми обратными проводами сети постоянного тока по всей своей длине.

6.2.18 Особенностью конфигурации СУП в виде сетки обычно является большое число соединений между ОСУП и каждым обратным проводом сети постоянного тока по всей его длине. Обратный провод сети постоянного тока такой конфигурации может выполнять функции защитного проводника в сетях переменного тока при условии, что его электрическая непрерывность и надежность соответствуют [1].

6.2.19 Стойки с оборудованием должны быть соединены между собой проводниками с низким сопротивлением или медными шинами. Поскольку при выполнении СУП в виде сетки обратный проводник сети постоянного тока обычно включают в ОСУП, то эти проводники и шины могут служить в качестве обратного провода сети постоянного тока. Указанные проводники и шины каждого ряда оборудования должны быть соединены между собой кратчайшим путем, чтобы минимизировать индуктивность. Один или несколько обратных проводников сети постоянного тока могут использоваться для соединения системы с главным распределительным щитом или этажным электрическим щитком. Эти проводники следует прокладывать в непосредственной близости от соответствующих отрицательных проводников сети постоянного тока, чтобы уменьшить площади образуемых ими контуров и улучшить ЭМС. Провода сети постоянного тока малого сечения должны представлять собой витую пару.

Конверторы (преобразователи «постоянный/постоянный ток») обычно имеют один проводник на входе и один проводник на выходе, подключенные к СУП в виде сетки. Отдельное оборудование может иметь исключения из этого правила.

Независимую сеть электроснабжения переменного тока, организованную от источника постоянного тока с помощью инверторов, рекомендуется выполнять по типу TN-S.

Крепление системы к полу и стенам в общем случае обеспечивает достаточное шунтирование паразитной емкости для обеспечения требований ЭМС системы.

6.2.20 Высокий уровень экранирования может быть достигнут путем соединения всех корпусов оборудования внутри системного блока с помощью потенциаловыравнивающей сетки. Данную конфигурацию изолируют от окружающей ОСУП, пример которой показан на рисунке Б.3.

При данном исполнении СУП достигаются следующие цели:

а) предотвращение протекания токов ОСУП по потенциаловыравнивающей сетке или любой другой части системного блока;

б) достижение удовлетворительных характеристик ЭМС за счет контроля соединений между системными блоками;

в) выполнение уравнивания потенциалов и кабельных трасс, улучшающее ЭМС.

Система электроснабжения постоянного тока, работающая при относительно высоких напряжениях (например, 400 В постоянного тока), должна быть сбалансирована относительно земли (положительный и отрицательный полюса) с помощью резистивного делителя, центральная точка которого соединена с землей, как показано на рисунке Б.3.

6.2.21 Системный блок включает в себя оборудование, по согласованию между эксплуатирующими организациями и производителями, подключаемое к СУП-И в виде сетки (рисунок Б.6).

Периферийное оборудование подразумевает оборудование, расположенное за пределами системного блока, но функционально использующее подключение к СУП-И.

Оборудование систем кондиционирования, освещение и тому подобное считаются внешними по отношению к системному блоку и могут быть установлены или эксплуатироваться в составе ОСУП здания.

При этом рекомендуется предусмотреть следующее:

- защитное заземление;
- электроснабжение переменным током;
- электроснабжение постоянным током до соединения в одной точке с включением в ОСУП обратных проводников сети постоянного тока (ЭПТ-ОСУП).

6.2.22 Присоединение корпуса коммутатора может быть выполнено в СУП-И в виде звезды или в виде «редкой» сетки с изолированным обратным проводом сети постоянного тока. Каркас шкафа и металлические панели являются основными элементами этой СУП-И (потенциаловыравнивающая сетка отсутствует). Сетка СУП обычно формируется за счет соединений между рядами оборудования, в роли которых выступают кабельные лотки. В результате получается каркасная СУП-И в виде «редкой» сетки. Одноточечное соединение между такой СУП-И и ОСУП выполняют на шине ОТС, расположенной в пределах окна ОТС. Пример подобной конфигурации (в виде звезды) показан в приложении Б (рисунок Б.4).

Основными особенностями рассматриваемой системы являются:

- изоляция каркасной СУП-И от окружающей ОСУП;
- подключение каркасной СУП-И к ОСУП только на шине ОТС;
- изоляция обратного провода сети постоянного тока в пределах каркасной СУП-И, а также между ЭПУ и окном ОТС.

Системы этого типа (как в виде звезды, так и в виде сетки) показали удовлетворительные характеристики с точки зрения ЭМС.

В данном примере показано, как в одном здании система уравнивания потенциалов и заземления совмещает в себе системы, использующие СУП-И и СУП в виде сетки. Здесь также показано, как все системы могут использовать одну электропитающую установку постоянного тока.

6.2.23 Для снижения перенапряжений при ударах молнии и КЗ в цепях электроснабжения необходимо прокладывать проводники –48 В и обратные проводники сети постоянного тока в непосредственной близости друг от друга.

Соединительный проводник от шины ОТС к корпусу ЭПУ прокладывают в непосредственной близости от всех проводников питания постоянного тока.

6.2.24 Экраны кабелей, приходящих из-за пределов СУП-И и заканчивающихся на оборудовании СУП-И (т. е. на системном блоке):

а) заземляются только на каркасную СУП-И и больше нигде (такие кабели не должны уходить далее чем на один этаж от ОТС);

б) или заземляются на каркасную СУП-И, на шину ОТС и на ОСУП за пределами системного блока.

Подсистемы, входящие в состав системного блока, должны располагаться в пределах одного этажа, где расположено ОТС основной системы. Это позволяет минимизировать напряжение между краями СУП-И и близлежащими элементами ОСУП.

Периферийное оборудование, которое должно использовать СУП-И и расположено на расстоянии более одного этажа от ОТС основной системы, должно использовать выделенное ОТС, расположенное на том же этаже. Электроснабжение оборудования должно осуществляться через разделительное устройство, например с помощью преобразователей постоянного/постоянного или переменного/постоянного тока.

Разделительный барьер внутри любого силового оборудования постоянного тока должен иметь достаточную изоляционную прочность, чтобы соответствовать требованиям НТД. Установка и подключение преобразователей должны соответствовать этим требованиям к изоляции.

Корпуса оборудования и металлические конструктивные элементы ОСУП, расположенные в пределах двух метров от СУП-И, должны быть присоединены к шине ОТС из соображений безопасности персонала.

Другое оборудование, находящееся в телекоммуникационном здании и подключенное к СУП в виде сетки, устанавливают в соответствии с требованиями к СУП в виде сетки, применяя как изолированный обратный провод сети постоянного тока, так и неизолированный.

6.2.25 Сеть электроснабжения внутри телекоммуникационного здания рекомендуется выполнять типа TN-S, чтобы улучшить характеристики ЭМС установки связи.

В зависимости от типа наружной сети электроснабжения, питающей телекоммуникационное здание, должно применяться одно из следующих требований:

а) подключение по участку TN-S наружной распределительной сети:
   1) к главной заземляющей шине должен быть подключен только защитный проводник (PE), как показано в приложении Б (рисунок Б.5, режим 1).

б) Подключение по участку TN-C наружной распределительной сети:
   1) PEN-проводник должен быть подключен только к главной заземляющей шине;
   2) от главной заземляющей шины до мест расположения потребителей внутри здания нулевой проводник (N) должен рассматриваться как провод под напряжением;

3) должен быть предусмотрен отдельный PE-проводник, как показано в приложении Б (рисунок Б.5, режим 2).

в) Подключение к участку TT или IT наружной распределительной сети:

1) PE проводник должен начинаться от заземлителя с транзитным подключением к главной заземляющей шине;
2) сечение PE-проводника должно соответствовать требованиям к таким проводникам в сети типа TN-S.

Если сеть наружного электроснабжения относится к типу IT или TT, то организации в здании сети типа TN-S необходимо применить выделенный для этого здания разделительный трансформатор. В этом случае внутренняя сеть электроснабжения должна быть такой, как показано в приложении Б (рисунок Б.5, режим 1).

6.3 Требования к конструкции заземляющего устройства контейнеров и шкафов для электронного оборудования, удаленного от стационарных объектов связи

6.3.1 Контейнеры и шкафы для электронного оборудования, удаленные от стационарных объектов связи, должны быть оборудованы наружным кольцевым заземлителем, проложенным на глубине 0,3—0,7 м на расстоянии не менее 0,65 м от наружных стен контейнера [3]. Кольцевой заземлитель должен быть соединен заземляющим проводником с главной заземляющей шиной.

Примечание — В качестве естественного заземлителя может быть использован железобетонный фундамент контейнера или шкафа.

6.3.2 Внутри контейнера или шкафа для электронного оборудования должна быть выполнена система уравнивания потенциалов.

Основным местом соединения заземляющих проводников и проводников уравнивания потенциалов КЭО должна быть шина (или ее эквивалент), расположенная на расстоянии не более 2 м от клеммы рабочего нуля отключающего аппарата питающей сети электроснабжения. Эта шина служит главной заземляющей шиной.

К главной заземляющей шине должны быть присоединены:

- клемма PE-проводника в шкафу, где расположен отключающий аппарат питающей сети электроснабжения (ВРУ);
- наружный кольцевой заземлитель;
- вывод от железобетонной арматуры или других замоноличенных проводников, если таковой имеется.

6.3.3 ОСУП КЭО должна включать внутреннюю шину уравнивания потенциалов, выполненную из меди. Эта соединительная шина необходима для уравнивания потенциалов внутри КЭО и используется для присоединения главной заземляющей шины и металлических элементов, например корпусов оборудования.

6.3.4 Внутренняя шина уравнивания потенциалов НКЭО и ПКЭО должна образовывать замкнутый контур. Кольцевую шину уравнивания потенциалов следует крепить к стенам или по внешней стороне кабельных стоек около стен. Кольцевая шина уравнивания потенциалов должна находиться на высоте, доступной для визуального осмотра и подключения оборудования.

Внутренняя кольцевая шина уравнивания потенциалов должна быть подключена к ГЗШ, а также ко всем выводам от конструкционной стали.

Дополнительную шину уравнивания потенциалов для присоединения оборудования, установленного вдали от стен, приложение Б (рисунок Б.7), следует прокладывать между участками кольцевой шины на противоположных стенах. Оба конца дополнительной шины уравнивания потенциалов должны быть присоединены к кольцевой шине.

Металлическую обшивку стены допускается использовать в качестве кольцевой шины уравнивания потенциалов только в том случае, если металлические стеновые панели предназначены для этой цели, может быть обеспечена их электрическая непрерывность и предусмотрены клеммы для присоединения проводников уравнивания потенциалов.

6.3.5 Шина уравнивания потенциалов не обязательно должна образовывать замкнутый контур. В качестве альтернативы проводники шины уравнивания потенциалов могут быть выполнены из конструктивных элементов с низким импедансом.

Конструктивные элементы и соединения между ними должны быть способны выдерживать токи КЗ в сети постоянного тока и должны быть защищены от коррозии.

Шина уравнивания потенциалов должна быть подключена к ГЗШ ШЭО.

6.3.6 Металлические экраны или другие металлические конструктивные элементы внешних кабелей должны быть подключены к внутренней шине уравнивания потенциалов или непосредственно к ГЗШ. Точки присоединения проводника уравнивания потенциалов к металлическим элементам кабелей должны быть расположены как можно ближе к месту ввода кабеля; расстояние вдоль кабеля от точки ввода до места присоединения проводника уравнивания потенциалов не должно превышать 2 м. Если внешние кабели проложены по территории КЭО после точки присоединения проводника уравнивания потенциалов, то в точке, где они соединяются с внутренними кабелями, должно быть второе присоединение к шине уравнивания потенциалов.

Примечание — Если невозможно разместить точку ввода внешних кабелей в пределах 4 м (при измерении вдоль стен) от ГЗШ, необходимо выполнить дополнительное уравнивание потенциалов между внешним кабелем и, по крайней мере, одним из следующих элементов:

- проводником, непосредственно соединенным с внешним кольцевым заземлителем;
- проводником, непосредственно соединенным с фундаментным заземлителем или со стальной арматурой;
- второй внутренней кольцевой шиной уравнивания потенциалов. Одна кольцевая шина уравнивания потенциалов должна располагаться под потолком, а другая — около пола.

Эта точка дополнительного уравнивания потенциалов для внешних кабелей должна быть расположена как можно ближе к точке входа кабелей, но не далее 2 м от него.

6.3.7 Металлические элементы внешних оптических кабелей не следует прокладывать по территории КЭО после точки соединения с шиной уравнивания потенциалов без их разрыва. Если у таких элементов электрический разрыв выполнен, после чего они проложены по территории КЭО, то их следует подключить к шине уравнивания потенциалов около оконечного оборудования.

В ШЭО соединение между металлическими элементами внешнего кабеля и шиной уравнивания потенциалов должно быть как можно ближе к точке ввода кабеля.

6.3.8 Металлические стенки КЭО должны быть соединены с внутренней шиной уравнивания потенциалов.

В приложении Б на рисунке Б.7 приведен пример конфигурации системы уравнивания потенциалов и заземления КЭО с кольцевой шиной уравнивания потенциалов.

6.3.9 ШЭО должен быть оборудован ГЗШ, а площадь его сечения должна быть более 16 мм^2. ГЗШ должна иметь выводы с двух разных сторон и быть подключена к сети заземления. ГЗШ должна обеспечивать подключение как минимум 8 проводников уравнивания потенциалов.

Шина уравнивания потенциалов в ШЭО не обязательно должна образовывать замкнутое кольцо. В качестве альтернативы шина уравнивания потенциалов может быть заменена конструктивными элементами с низким импедансом. Конструктивные элементы и проводники уравнивания потенциалов должны быть способны выдерживать токи КЗ в сети постоянного тока и должны быть защищены от коррозии.

Металлические части ШЭО должны быть соединены между собой и подключены к шине уравнивания потенциалов, а PE-проводник оборудования в ШЭО должен быть присоединен к шине уравнивания потенциалов, имеющей знак заземления.

Шина уравнивания потенциалов должна быть подключена к ГЗШ ШЭО, а сопротивление соединения между любыми двумя точками должно быть менее 0,1 Ом.

В приложении Б на рисунке Б.8 приведен пример конфигурации системы уравнивания потенциалов и заземления ШЭО.

6.4 Требования к конструкции заземляющих устройств на базовых станциях

6.4.1 Целью устройства сети заземления базовой станции является минимизация разницы потенциалов между проводящими частями внутри площадки БС (уравнивание потенциалов), что также улучшает безопасность, молниезащиту и электромагнитную совместимость оборудования. Для этого вокруг опоры, аппаратной и ограждения прокладывают кольцевой заземлитель.

Сопротивление заземлителя БС не очень важно, но чем ниже сопротивление заземления, тем ниже импульсный ток, протекающий по отходящим от БС металлическим соединениям (например, линии электропередачи и линии связи с металлическими элементами) при ударе молнии в опору. Поэтому, когда это возможно, сопротивление заземления БС должно быть не более 10 Ом. С другой стороны, вместо достижения низкого значения сопротивления заземления, следует достичь минимального среднего радиуса сети заземления.

6.4.2 Рекомендуется выполнить кольцевой заземлитель вокруг ограждения БС, а четыре металлические опоры должны быть соединены с ним с помощью коротких горизонтальных заземлителей. Если аппаратная комната металлическая или имеет стальной фундамент, как показано на рисунке В.1, то четыре угла аппаратной также должны быть соединены с кольцевым заземлителем короткими проводниками. Между аппаратной и опорой должен быть выполнен поперечный дополнительный горизонтальный заземлитель. К этому заземлителю должна быть подключена заземляющая клемма у места входа фидера (см. рисунок В.1).

Кольцевой заземлитель должен быть проложен в грунте не менее чем на 80 % своей длины. Заземляющий электрод рекомендуется прокладывать на глубине не менее 0,7 м и на расстоянии около 1 м от внешних стен аппаратной. Верхняя часть вертикальных электродов должна быть соединена с четырьмя углами кольцевого заземлителя, как показано на рисунке В.1.

6.4.3 Во избежание электрохимической коррозии металлические элементы, расположенные под землей, не должны соединяться с элементами из другого металла, включая подземную часть токоотвода.

Антикоррозионную обработку необходимо выполнить для всех мест сварки или мест соединения заземлителей, кроме заглубленных в бетон. Антикоррозионную защиту пяти точек соединения или точек сварки выполняют с помощью покрытия этих соединений водонепроницаемой лентой, антикоррозионной краской, силикагелем или битумом.

6.4.4 Если БС установлена в местности со скальными грунтами, то горизонтальный кольцевой заземлитель допускается установить на поверхности скалистого грунта. Для обеспечения механической защиты кольцевой заземлитель следует проложить внутри неглубокой траншеи и залить бетоном, как показано на рисунке В.2.

В скалистых грунтах использование вертикального заземлителя не рекомендуется, так как его сложно заглубить в скалу. В этом случае для целей уравнивания потенциалов в пределах БС очень важно выполнить кольцевой проводник вокруг площадки, при необходимости — с дополнительными горизонтальными или вертикальными заземлителями, как показано на рисунке В.3. Параметры кольцевого и дополнительных заземлителей при высоких сопротивлениях грунта определяют по [4].

6.4.5 Лоток для антенного фидера должен быть электрически непрерывным и прикреплен к опоре и заземляющей шине, расположенной около места захода фидера в здание, как показано на рисунке В.4.

6.4.6 Оборудование внутри металлического шкафа, установленного на опоре, должно быть присоединено непосредственно к опоре. Если конец проводника невозможно напрямую подключить к опоре, его следует сначала присоединить к шине уравнивания потенциалов, которую присоединяют к опоре.

6.4.7 Оборудование внутри металлического шкафа, установленного на опоре, должно быть присоединено непосредственно к опоре. Если конец проводника невозможно напрямую подключить к опоре, его следует сначала присоединить к шине уравнивания потенциалов, которую присоединяют к опоре.

6.4.8 Антенный фидер следует присоединить к верху опоры и к заземляющей шине около места входа фидера в аппаратную. Если антенна конструктивно соединена с опорой, то присоединять антенный фидер к опоре (или фидерному лотку) не требуется (он уже соединен через конструкцию антенны).

В зависимости от длины горизонтального участка лотка для прокладки фидера (от опоры до аппаратной) рекомендуется присоединять фидерные кабели к опоре (или к лотку для прокладки фидера) в месте, где он покидает опору (точка изгиба). Минимальная длина горизонтального участка, требующего такого соединения, указана в таблице 1.

Таблица 1 — Минимальная длина горизонтального участка фидерного лотка, при которой требуется уравнивание потенциалов фидерных кабелей в точке изгиба

Класс МЗ	I	II	III—IV
Длина фидерного лотка	10 м	15 м	20 м
Примечание — Независимо от уравнивания потенциалов в точке изгиба фидеры всегда должны быть присоединены к шине уравнивания потенциалов, установленной рядом с местом входа в аппаратную.			

Уравнивание потенциалов для других экранированных кабелей, проложенных вдоль опоры, выполняют по аналогичным правилам.

Если кабель, проложенный вдоль опоры, не экранирован, то выравнивание потенциалов относительно опоры должно быть выполнено с помощью устройств защиты от перенапряжений. УЗИП должны

быть установлены, как минимум, в трех местах: в верхней части опоры, в месте изгиба, где кабель отходит из опоры, и у места входа в аппаратную.

Если оборудование на вершине опоры подключено к неэкранированному кабелю и внутри него уже установлен соответствующий модуль защиты, то нет необходимости устанавливать дополнительные УЗИП вне оборудования на вершине опоры.

6.4.9 Каждая стойка опоры и любые крупные наземные и подземные металлические объекты должны быть присоединены к заземлителю проводниками уравнивания потенциалов (заземляющими проводниками). Эти проводники уравнивания потенциалов (заземляющие проводники) должны быть надежно соединены с заземляющими электродами экзотермической сваркой, электросваркой, опрессовкой или с помощью зажимов.

Соединительные проводники в грунте и на границе воздуха и грунта должны быть изготовлены из того же металла, что и заземлители. В противном случае может возникнуть электрохимическая коррозия. При этом если заземлитель выполнен из омедненной стали, то заземляющие проводники должны быть изготовлены из омедненной стали или меди.

6.4.10 В целях ограничения перенапряжений и сверхтоков в аппаратной все проводники, корпуса и металлические части в аппаратной должны быть присоединены к сети заземления напрямую или с помощью УЗИП.

6.4.11 Конфигурация А системы уравнивания потенциалов в аппаратной показана на рисунке В.5.

Конфигурация А имеет следующие особенности:

- Кабель питания переменного тока и антенный фидер входят в аппаратную с одной стороны. Внутренняя заземляющая шина и щит переменного тока устанавливаются рядом с фидерной панелью. В щите установлены УЗИП, подключенные между фазными проводниками и заземляющей шиной.

- Внутренняя заземляющая шина предназначена для присоединения щита переменного тока и всего оборудования внутри аппаратной.

- Внутренняя заземляющая шина подключается к наружной заземляющей шине. Наружная шина заземления является главной заземляющей шиной для аппаратной, и к ней присоединяют заземлитель БС.

- Внутренняя заземляющая шина и все оборудование в аппаратной должны быть изолированы от пола, стен и потолка здания. Толщина изоляционного слоя должна быть не менее 2 мм.

Для выполнения системы уравнивания потенциалов по конфигурации А необходимо выполнить следующие требования.

- Внутренние и наружные заземляющие шины устанавливаются рядом с местом захода кабелей в аппаратную, а внутренняя заземляющая шина соединяется с наружной заземляющей шиной с помощью проводника длиной менее 1 м. Шина заземления внутри помещения не должна быть напрямую подключена к сети заземления.

- Щит электроснабжения следует устанавливать рядом с внутренней заземляющей шиной. Щит следует присоединить к шине заземления внутри помещения с помощью проводника уравнивания потенциалов длиной менее 1 м. УЗИП переменного тока следует установить в щит в том случае, если сетевая обслуживающая организация требует защиты порта питания переменного тока.

- Блок управления навигационными огнями (БУНО) рекомендуется устанавливать непосредственно на стену. Если БУНО необходимо установить в общедоступном шкафу, необходимо принять меры по изоляции между БУНО и шкафом, чтобы избежать прохождения импульсного тока с осветительного кабеля по другим цепям общедоступного шкафа.

- Оптическая кассета должна быть подключена непосредственно к ГЗШ. Если оптическое волокно имеет металлические элементы, они должны быть присоединены к оптической кассете. Оптическая кассета должна быть изолирована от других металлических частей в аппаратной.

- Выпрямитель, оборудование БС, передающее оборудование, блок монитора, металлическая аккумуляторная стойка и любое другое оборудование в аппаратной должны быть подключены к внутренней заземляющей шине с помощью защитного проводника. Длина соединительного проводника должна быть как можно короче.

- Клемма обратного провода батареи (ОПБ) на выпрямителе должна быть присоединена к шине заземления внутри аппаратной с помощью проводника уравнивания потенциалов. Если ОПБ выпрямителя соединен с металлическим корпусом выпрямителя внутри него, то его не требуется подключать к внутренней заземляющей шине отдельным проводником.

- Установка щита питания переменным током, внутренней заземляющей шины, выпрямителя, оборудования БС, передающего оборудования, блока монитора, БУНО и оптической кассеты должна

удовлетворять требованиям изоляции от помещения. Корпуса указанного оборудования должны быть изолированы от полов, стен и потолков аппаратной во избежание случайных связей с ЗУ, при которых нарушается конфигурация А.

- Кабельная стойка в аппаратной должна быть подключена к внутренней заземляющей шине и быть электрически непрерывной.

- В качестве заземляющих шин внутри помещений рекомендуется использовать медные шины минимальной площадью поперечного сечения 300 мм^2 и минимальной толщиной 5 мм.

6.4.12 Конфигурация В системы уравнивания потенциалов в аппаратной показана на рисунках В.6 и В.7.

Конфигурация В имеет следующие особенности:

- В конфигурации В используется внутренняя кольцевая шина уравнивания потенциалов.

- Все оборудование подключается к кольцевой шине уравнивания потенциалов с помощью проводников уравнивания потенциалов.

- Бóльшую часть оборудования устанавливают под внутренним кабельным лотком. Оборудование в шкафах, включая щит переменного тока, блок мониторинга и оптическую кассету, допускается устанавливать на стене или внутри общедоступного шкафа.

Для выполнения системы уравнивания потенциалов по конфигурации В необходимо выполнить следующие требования:

- В качестве кольцевого соединительного проводника внутри помещений рекомендуется использовать оцинкованную стальную полосу размером 40 × 4 мм, медную полосу размером 25 × 3 мм или медные провода сечением не менее 70 мм^2.

- Кольцевая шина уравнивания потенциалов и кабельный лоток должны иметь хорошие электрические соединения и не требуют изоляции. Если оборудование в аппаратной монтируется на стене, кольцевую шину уравнивания потенциалов можно разместить вдоль внутренней стены аппаратной.

- Если щит переменного тока, блок передачи и блок мониторинга установлены на стене, проводник уравнивания потенциалов следует проложить вдоль стены и подключить к кольцевой шине уравнивания потенциалов.

- Щит переменного тока следует устанавливать рядом с местом входа внешних коммуникаций и подключать к кольцевой шине уравнивания потенциалов с помощью проводника уравнивания потенциалов длиной менее 1 м.

- Кольцевая шина уравнивания потенциалов должна быть подготовлена к подключению проводников уравнивания потенциалов.

Оптическую кассету следует присоединять к ГЗШ. Металлический несущий элемент и металлический экран (если имеется) должны быть заземлены в оптической кассете. Необходимо принять меры по изоляции оптической кассеты от других металлических частей внутри аппаратной.

6.4.13 Если допускается, то БС на крыше должна быть подключена к тому же заземлителю, что и здание.

В случае если здание выполнено из железобетона, обеспечена электрическая непрерывность его арматуры, и если это разрешено владельцем здания и национальным законодательством, естественный заземлитель, образованный стальными конструкциями здания, может быть использован в качестве заземлителя для БС на крыше в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59789.

Если заземлитель у здания (включая естественный заземлитель) отсутствует, то необходимо выполнить новый заземлитель для БС на крыше.

Упрощенный заземлитель можно выполнить с одной стороны или у одного угла здания, или рядом со зданием, как показано на рисунке В.8.

6.4.14 Если допускается, то для БС на крыше должны использоваться имеющиеся токоотводы здания.

Если токоотводы (в том числе естественные) у здания отсутствуют, то необходимо выполнить новые токоотводы для БС на крыше, как показано на рисунке В.9.

Требования к исполнению токоотводов приведены в ГОСТ Р 59789.

6.4.15 Если система уравнивания потенциалов на крыше выполнена до установки на ней БС, ее следует использовать для БС.

В случае если перед установкой БС на крыше система уравнивания потенциалов отсутствует, необходимо ее выполнить. На рисунке В.10 приведен пример конфигурации системы уравнивания потенциалов на крыше.

Конфигурация системы уравнивания потенциалов на крыше должна соответствовать следующим требованиям:

- Новую систему уравнивания потенциалов рекомендуется устанавливать вдоль кабельного лотка без каких-либо мероприятий по ее изоляции. Это должно быть достигнуто за счет хорошего электрического соединения между системой уравнивания потенциалов и кабельным лотком. В системе уравнивания потенциалов могут быть использованы медь, луженая медь, алюминий, алюминиевый сплав, оцинкованная сталь, нержавеющая сталь или сталь, плакированная медью.

- Все оборудование и сооружения БС на крыше, которые необходимо заземлить, должны быть подключены к системе уравнивания потенциалов, включая шину уравнивания потенциалов внутри аппаратной, металлическое основание или стальной корпус аппаратной, кабельные лотки и основание металлической опоры.

- Система уравнивания потенциалов должна быть подключена к системе молниеприемников и другим устройствам молниезащиты на крыше.

- Основание металлической опоры должно быть присоединено к системе уравнивания потенциалов сваркой или болтами.

- Кабельный лоток должен быть присоединен к системе уравнивания потенциалов, как минимум, на двух концах, при этом должна быть обеспечена электрическая непрерывность кабельного лотка.

- ГЗШ аппаратной или шкафа с оборудованием должна быть присоединена к системе уравнивания потенциалов на крыше.

- Металлическое основание аппаратной, например контейнер, мини-укрытие или уличный шкаф, должно быть присоединено к системе уравнивания потенциалов.

- Кабельный лоток и система уравнивания потенциалов не должны быть проложены по краю крыши.

Для присоединения проводников уравнивания потенциалов и металлических конструкций к сети уравнивания потенциалов допускается использовать сварку, опрессовку или сжимы.

6.4.16 СУП внутри аппаратной выполняют согласно 6.4.11 и 6.4.12.

На рисунке В.11 показан пример конфигурации заземления и уравнивания потенциалов в случае, когда аппаратная находится внутри здания.

Конфигурация заземления и системы уравнивания потенциалов в случае, когда аппаратная находится внутри здания, должна соответствовать следующим требованиям:

- Токоотвод должен быть установлен рядом с вертикальным кабельным лотком, между кабельным лотком на крыше и ГЗШ аппаратной.

- Вертикальный кабельный лоток должен быть присоединен к ближайшему токоотводу, как минимум, на двух своих концах.

- ГЗШ аппаратной должна быть подключена к ближайшему токоотводу.

- Внутренняя шина уравнивания потенциалов аппаратной должна быть соединена с ГЗШ аппаратной.

- Не следует принимать меры по изоляции вертикальных кабельных лотков от ближайшего токоотвода.

Кабельный лоток и систему уравнивания потенциалов не следует прокладывать по краю крыши.

6.5 Требования к заземлителям, заземляющим проводникам и проводникам системы уравнивания потенциалов

6.5.1 Требования к заземлителям, заземляющим проводникам и проводникам системы уравнивания потенциалов электроустановок установлены в [1], глава 1.7 и ГОСТ Р 50571.5.54.

Материал, конструкция и размеры заземлителей, заземляющих и нулевых защитных проводников должны обеспечивать устойчивость к механическим, химическим и термическим воздействиям в течение всего периода эксплуатации.

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

- металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей, в том числе железобетонные фундаменты зданий и сооружений, имеющие защитные гидроизоляционные покрытия в неагрессивных, слабоагрессивных и среднеагрессивных средах;

- металлические трубы водопровода, проложенные в земле;

- подъездные рельсовые пути при устройстве перемычек между рельсами в случае отсутствия автоблокировки на них и при наличии изолированного стыка в начале подъездного пути (изоляция от станционных рельсовых цепей);

- обсадные трубы буровых скважин;

- металлические оболочки бронированных кабелей, проложенных в земле;
- другие находящиеся в земле металлические конструкции и сооружения.

Использование естественных заземлителей в качестве элементов ЗУ не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

При включении в систему уравнивания потенциалов трубопроводов с горючими и взрывоопасными жидкостями, газами и смесями должны быть обеспечены меры, исключающие искрение в местах присоединения проводников уравнивания потенциалов (сварка) и во фланцах трубопроводов (шунтирующие перемычки).

Искусственные заземлители могут быть из черной или оцинкованной стали или медными.

Требования нормативных документов по минимальным размерам для проводников, проложенных в земле, приведены в приложении Г, таблицах Г.1—Г.2.

Наименьшие сечения защитных проводников по [1], глава 1.7, приведены в таблице Г.4.

В соответствии с требованиями [1], глава 1.7, во всех случаях сечение медных защитных проводников, не входящих в состав кабеля или проложенных не в общей оболочке (трубе, коробе, на одном лотке) с фазными проводниками, должно быть не менее:

2,5 мм^2 — при наличии механической защиты;

4 мм^2 — при отсутствии механической защиты.

Сечение отдельно проложенных защитных алюминиевых проводников должно быть не менее 16 мм^2.

По ГОСТ Р 50571.5.54 площадь поперечного сечения защитных проводников, присоединяемых к главной заземляющей шине, должна быть не менее 6 мм^2 для меди или 50 мм^2 для стали.

В соответствии с требованиями [1], глава 1.7, в качестве защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники или открытые и сторонние проводящие части:

- алюминиевые оболочки кабелей;
- стальные трубы электропроводок;
- металлические оболочки и опорные конструкции шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления;
- металлические строительные конструкции зданий и сооружений (фермы, колонны и т. п.);
- арматура железобетонных строительных конструкций зданий (при условии выполнения требований к проводимости и непрерывности электрической цепи);
- металлические конструкции производственного назначения (подкрановые рельсы, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов, обрамления каналов и т. п.).

Металлические короба и лотки электропроводок можно использовать в качестве защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов при условии, что конструкцией коробов и лотков предусмотрено такое использование, о чем имеется указание в документации изготовителя, а их расположение исключает возможность механического повреждения.

Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины наибольшего сечения защитного проводника электроустановки, если сечение проводника уравнивания потенциалов при этом не превышает 25 мм^2 по меди или равноценное ему из других материалов. Применение проводников большего сечения, как правило, не требуется. Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов в любом случае должно быть не менее: медных — 6 мм^2, алюминиевых — 16 мм^2, стальных — 50 мм^2.

Сечение проводников дополнительной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее:

- при соединении двух открытых проводящих частей — сечения меньшего из защитных проводников, подключенных к этим частям;
- при соединении открытой проводящей части и сторонней проводящей части — половины сечения защитного проводника, подключенного к открытой проводящей части.

6.5.2 Требования к заземлителям, заземляющим проводникам и проводникам системы уравнивания потенциалов молниезащиты установлены в ГОСТ Р 59789.

Минимальные размеры заземлителей приведены в таблице Г.3.

Минимальные значения площади поперечного сечения проводников уравнивания потенциалов для соединения шин уравнивания потенциалов между собой и для присоединения шин уравнивания потенциалов к заземляющему устройству приведены в таблице Г.4.

Минимальные значения площади поперечного сечения проводников уравнивания потенциалов для присоединения внутренних металлических конструкций к шинам уравнивания потенциалов приведены в таблице Г.5.

Приложение А
(справочное)

Предельно допустимые напряжения и токи прикосновения и шага

А.1 В ГОСТ Р 12.1.038 предельно допустимые напряжения и токи прикосновения установлены для большой площади контакта с электродом во влажных условиях пути протекания тока «кисть руки — ступни обеих ног», а предельно допустимые напряжения и токи шага — для пути протекания тока «ступня ноги — ступня ноги».

А.2 Стационарные установки связи, к которым доступ разрешен только производственному персоналу, относят к электроустановкам производственного назначения. Предельно допустимые значения напряжений и токов прикосновения и шага для электроустановок переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц определяют по таблице А.1.

Таблица А.1 — Предельно допустимые напряжения и токи прикосновения и шага для переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц при аварийных режимах в электроустановках

Путь протекания тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с											
		Менее 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св. 1,0
«Кисть руки — ступни ног»	$U_{прик}$, В	390	340	310	240	165	125	100	88	82	76	73	65
	I, мА	500	400	350	250	150	100	75	63	57	52	50	40
«Ступня ноги — ступня ноги»	$U_{шаг}$, В	1200	1170	1150	975	900	750	450	400	350	300	250	150
	I, мА	4000	3900	3750	3250	3000	2500	1875	1575	1425	1300	1250	300

Примечание — Требования по предельно допустимым значениям напряжений прикосновения и шага в таблице А.1 распространяются на периодические синусоидальные токи в диапазоне частот от 15 до 100 Гц.

А.3 Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и шага за территорией электроустановок, включая ограждение электроустановки, должны быть приняты как для электроустановок бытового назначения.

В тех случаях, когда возможно приближение и прикосновение к проводящим частям оборудования установки связи населения, предельно допустимые значения напряжений и токов прикосновения и шага определяют по таблице А.2.

Таблица А.2 — Предельно допустимые напряжения и токи прикосновения и шага для переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц при аварийных режимах в электроустановках

Путь протекания тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с											
		Менее 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св. 1,0
«Кисть руки — ступни ног»	$U_{прик}$, В	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	12
	I, мА	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	2

А.4 Напряжения и токи прикосновения и шага при аварийном режиме в электроустановках постоянного тока не должны превышать значений, приведенных в таблице А.3, в электроустановках выпрямленного переменного тока — в таблице А.4.

Таблица А.3 — Предельно допустимые значения напряжений и токов прикосновения для постоянного тока

Путь протекания тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с											
		Менее 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св. 1,0
«Кисть руки — ступни ног»	$U_{прик}$, В	390	310	240	220	205	195	190	180	170	160	155	50
	I, мА	500	350	250	220	200	190	180	170	160	150	140	100

Таблица А.4 — Предельно допустимые значения напряжений и токов прикосновения для выпрямленного переменного тока частотой 50 Гц при однополупериодном и двухполупериодном выпрямлении

Путь протекания тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с							
		Менее 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	Св. 1,0
«Кисть руки — ступни ног»	$U_{прик.\ ампл}$, В	550	470	440	340	230	175	175	175
	$I_{ампл}$, мА	710	560	500	350	210	140	120	110

А.5 Предельно допустимые значения напряжений и тока прикосновения для электроустановок синусоидального тока частотой 400 Гц не должны превышать значений, приведенных в таблице А.5.

Таблица А.5 — Предельно допустимые значения напряжений и тока прикосновения для синусоидального тока частотой 400 Гц

Путь протекания тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с											
		Менее 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св. 1,0
«Кисть руки — ступни ног»	$U_{прик}$, В	650	500	500	330	330	330	330	330	310	280	270	220
	I, мА	—	—	—	—	—	—	—	440	400	365	350	280

А.6 При определении предельно допустимых значений тока прикосновения для переменного тока синусоидальной формы частотой от 100 Гц до 1000 Гц может быть применен частотный коэффициент F_f по ГОСТ Р 70646.2. Зависимость частотного коэффициента от частоты (для времени воздействия больше длительности сердечного цикла) приведена на рисунке А.1.

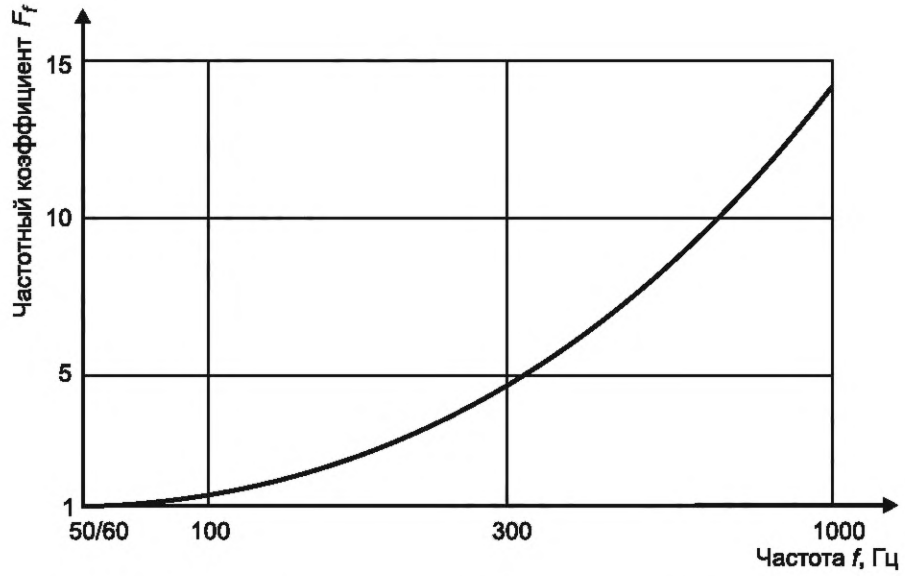


Рисунок А.1 — Зависимость частотного коэффициента от частоты для диапазона частот от 50 до 1000 Гц

Для частот от 1 кГц до 150 кГц допускается использовать значения предельно допустимых значений напряжений и токов прикосновения, приведенные в таблице А.1 (для частоты 50 Гц), умноженные на коэффициент K, определяемый по формуле

$$K = 4{,}4 \cdot f, \qquad (А.1)$$

где f — частота тока, кГц.

Таблица А.6 — Предельно допустимые значения напряжений прикосновения для переменного напряжения частотой 50 Гц с фазовым регулированием

Путь протекания тока	Нормируемая величина	Угол фазового регулирования, град	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с							
			Менее 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	Св. 1,0
«Кисть руки — ступни ног»	Амплитуда напряжения прикосновения, В	0	550	470	440	340	230	175	130	90
		90	550	470	440	340	230	175	140	110
		120	640	550	500	390	260	200	165	130
		150	1100	950	870	680	460	350	260	180
		160	1600	1400	1300	1000	670	500	360	210
		170	3200	2700	2500	2000	1300	1000	660	300
		175	6300	5400	5000	3900	2600	2000	1200	430

А.7 Предельно допустимые значения напряжений и токов прикосновения для импульсов длительностью от 0,1 мс до 10 мс не должны превышать значений, приведенных в таблице А.7.

Таблица А.7 — Предельно допустимые значения напряжений прикосновения для импульсов длительностью от 0,1 мс до 10 мс

Путь протекания тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, мс					
		0,1	0,2	0,5	1	2	4—10
«Кисть руки — ступни ног»	$U_{прик}$, В	3400	2000	1000	800	500	400
	I, мА	7000	4000	2100	1200	630	500

Предельно допустимые напряжения прикосновения для импульсов от молнии должны быть приняты (с учетом сведений о параметрах токов молнии в ГОСТ Р МЭК 62305-1) не выше 6 кВ, а предельно допустимые напряжения шага — не выше 15 кВ.

Приложение Б
(справочное)

Система уравнивания потенциалов. Рисунки

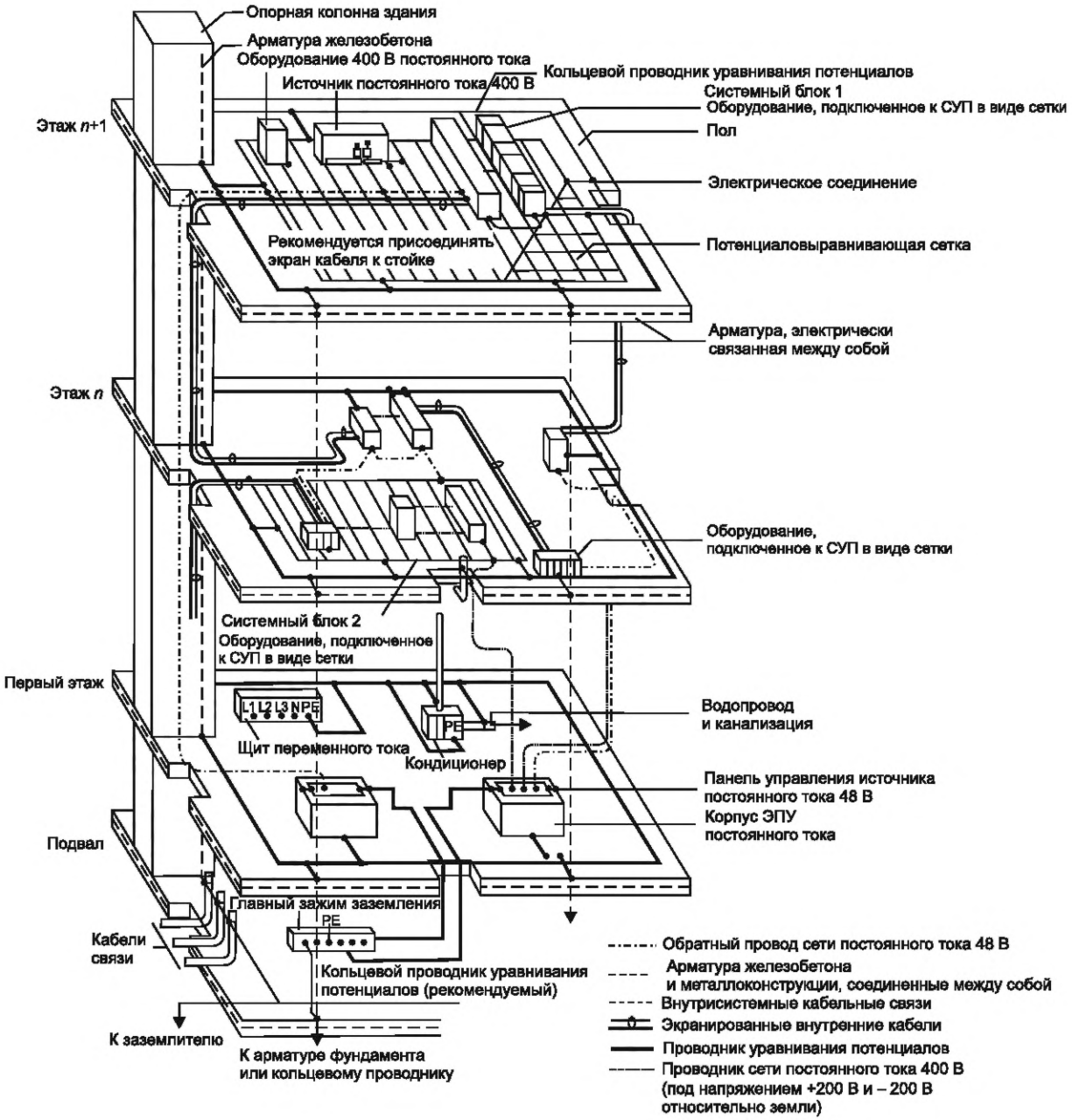


Рисунок Б.1 — СУП в виде сетки телекоммуникационного здания

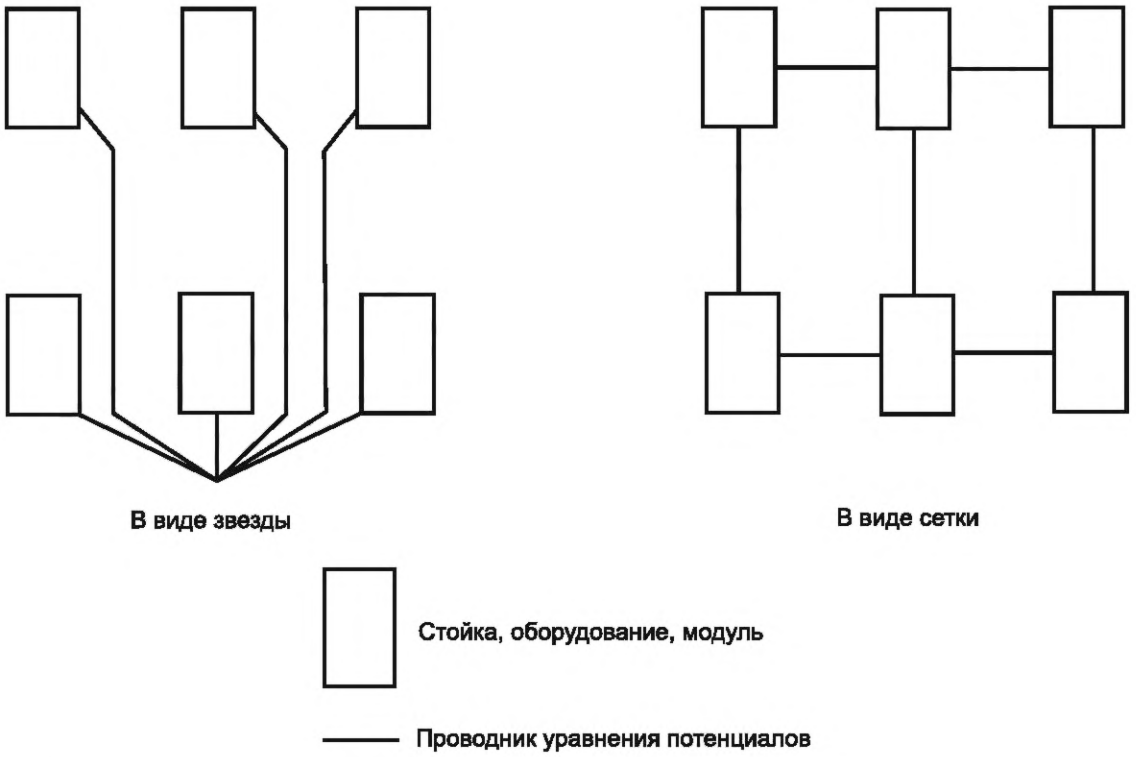
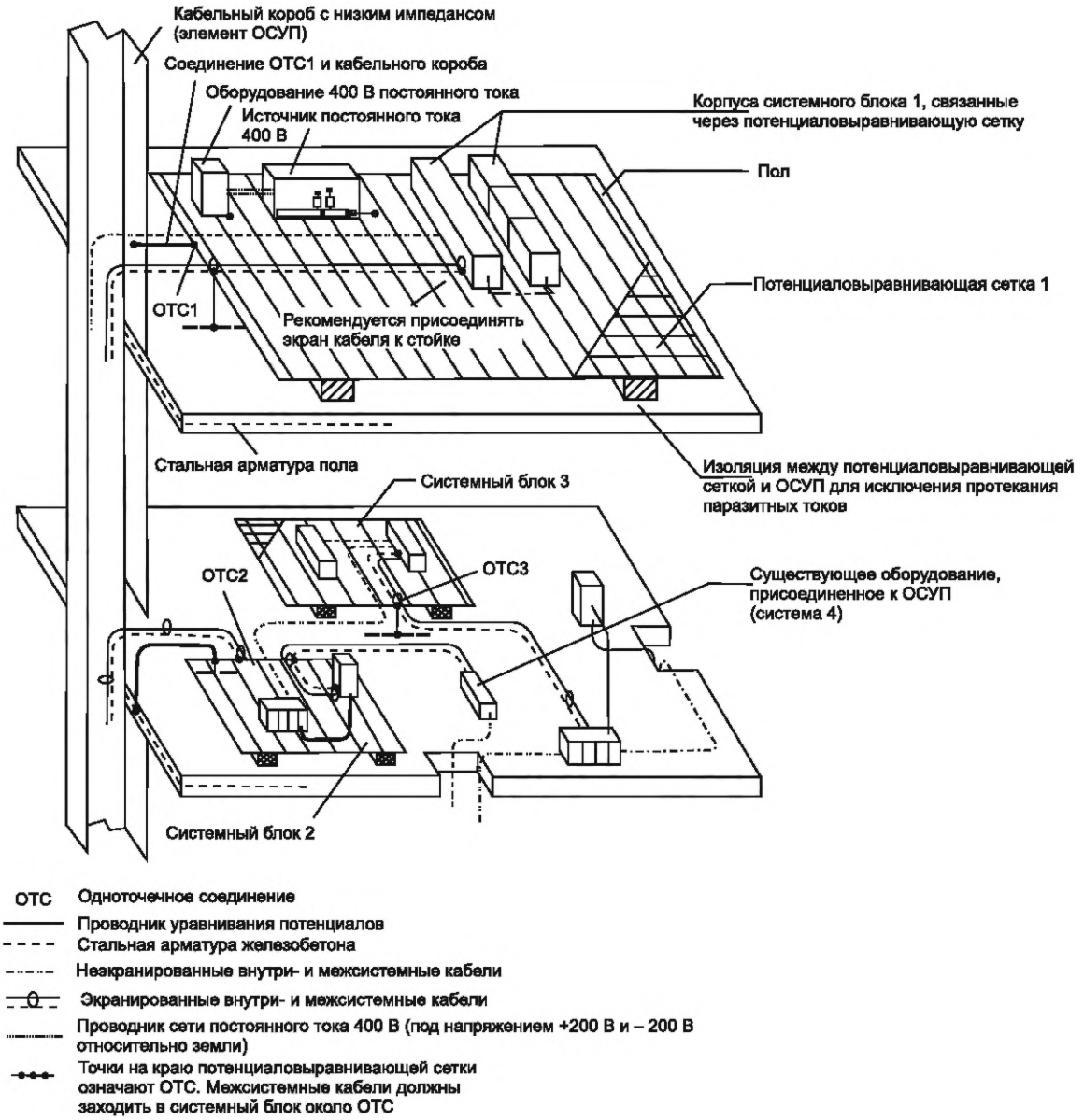


Рисунок Б.2 — Конфигурация системы уравнивания потенциалов в пределах системного блока



Примечания

1 Системные блоки 1, 2 и 3 представляют собой новые установки, соответствующие требованиям СУП-И в виде сетки. Их можно соединять с существующими установками (система 4), где применен любой метод уравнивания потенциалов.

2 Соединение в одной точке является единственной металлической связью между СУП-И в виде сетки и ОСУП. В месте этого соединения к нему должна быть присоединена арматура железобетонного пола. Все кабели, ведущие к системе, должны проходить около этого соединения. Все проводники, присоединенные к СУП-И в виде сетки, должны быть подключены и к данному одноточечному соединению (например, экраны кабелей, обратный провод сети постоянного тока).

Рисунок Б.3 — СУП-И с потенциаловыравнивающей сеткой

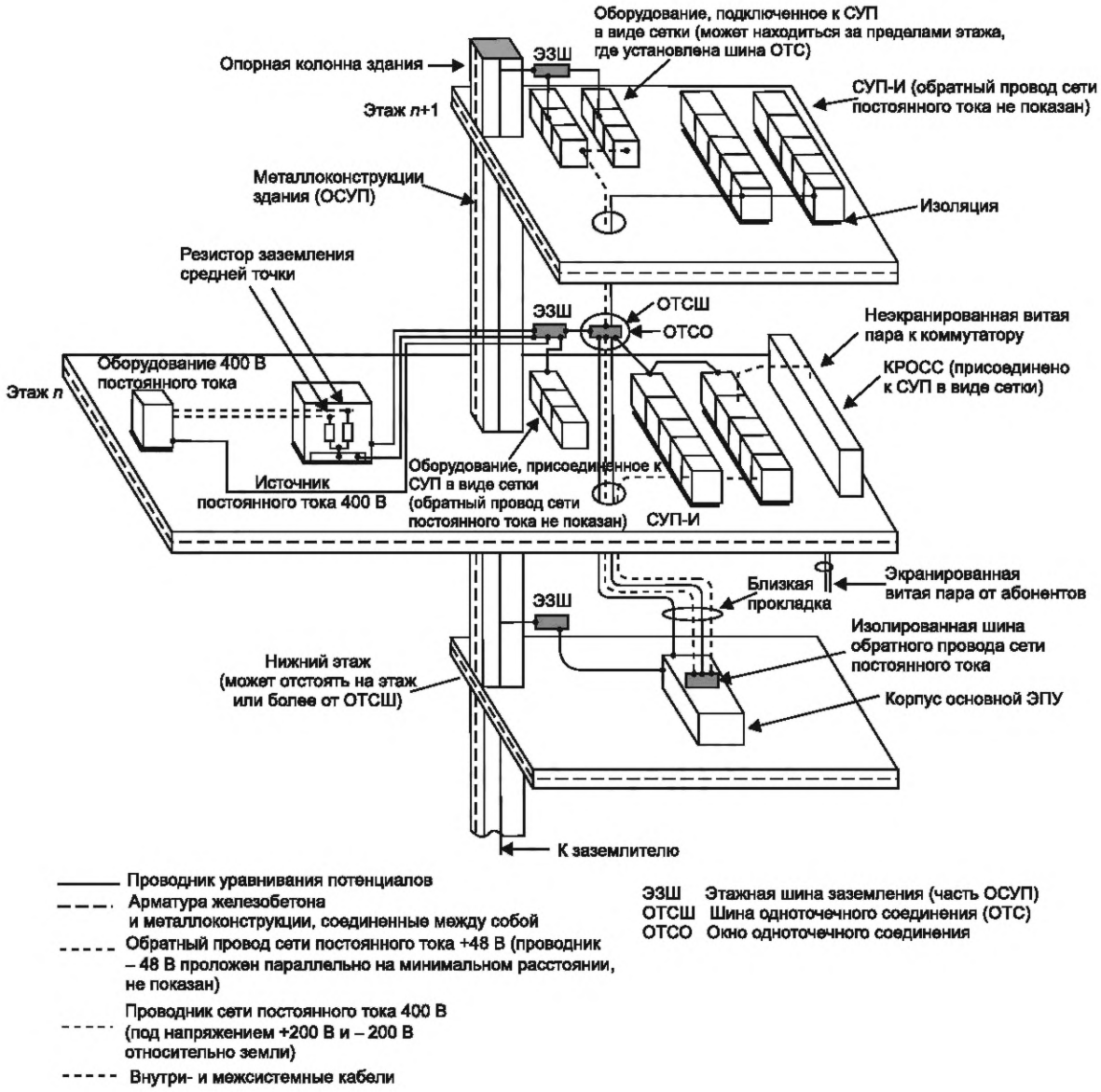
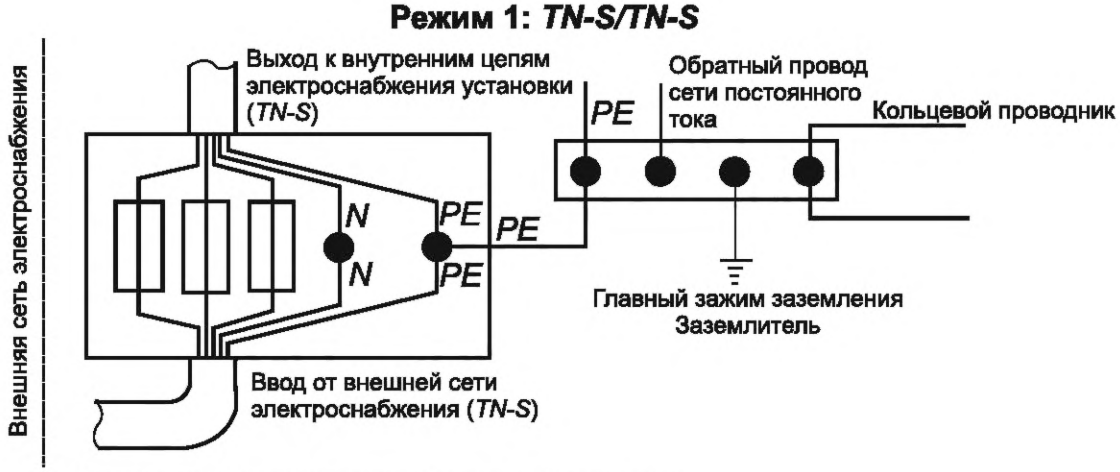
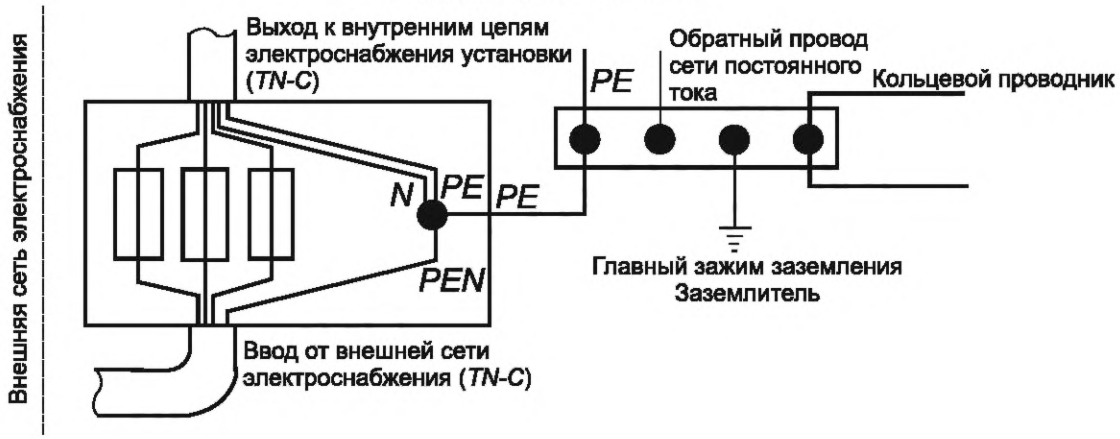


Рисунок Б.4 — СУП-И в виде звезды с изолированным обратным проводом сети постоянного тока



Примечание – Режим 1 является обязательным, если здание питается от отдельного разделительного трансформатора, и, вследствие этого, система *TN-S* начинается со стороны нагрузки этого трансформатора



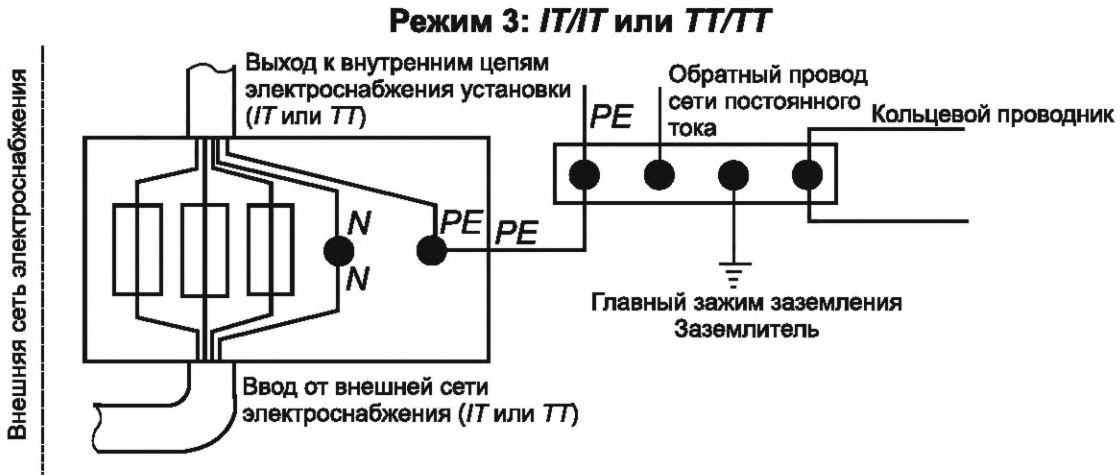


Рисунок Б.5 — Схемы подключения при переходе от наружной системы электроснабжения к внутренней системе электроснабжения переменного тока, кроме сети типа *TN-S*

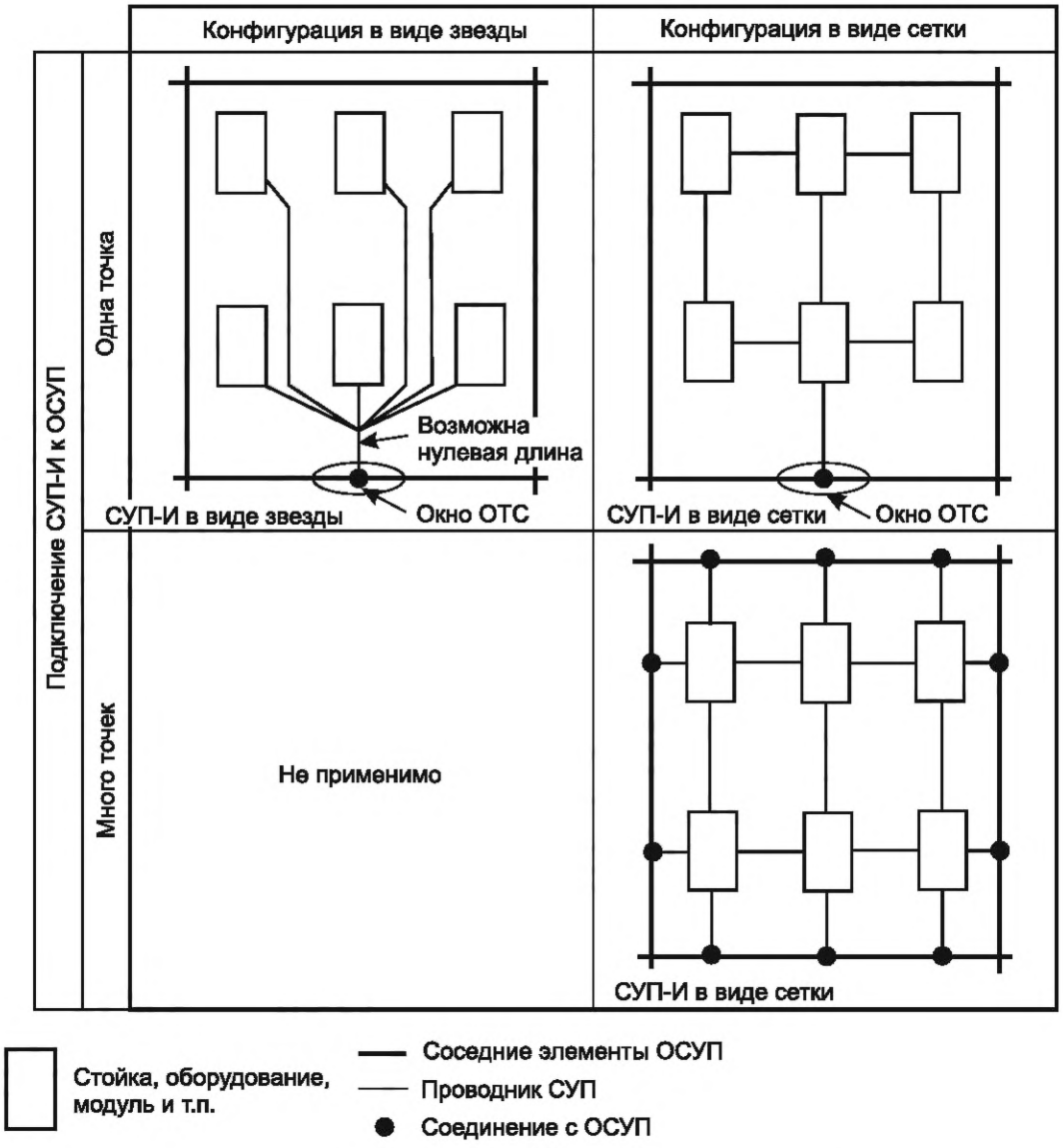
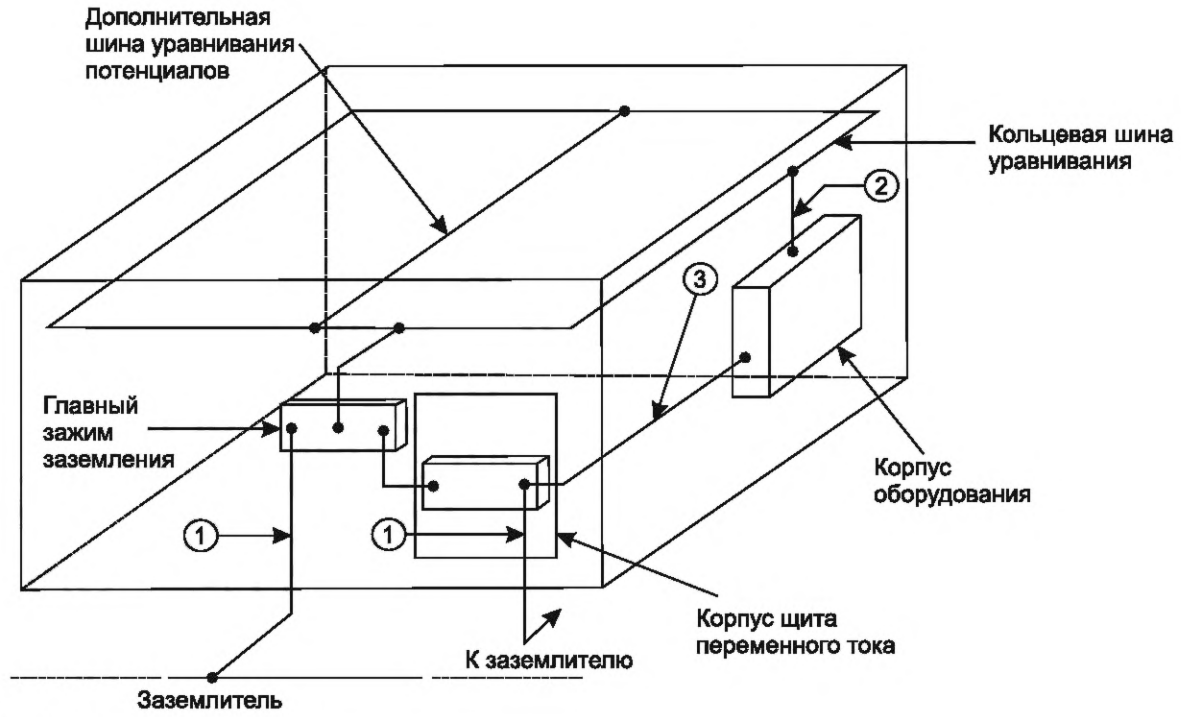


Рисунок Б.6 — Присоединение системного блока к ОСУП

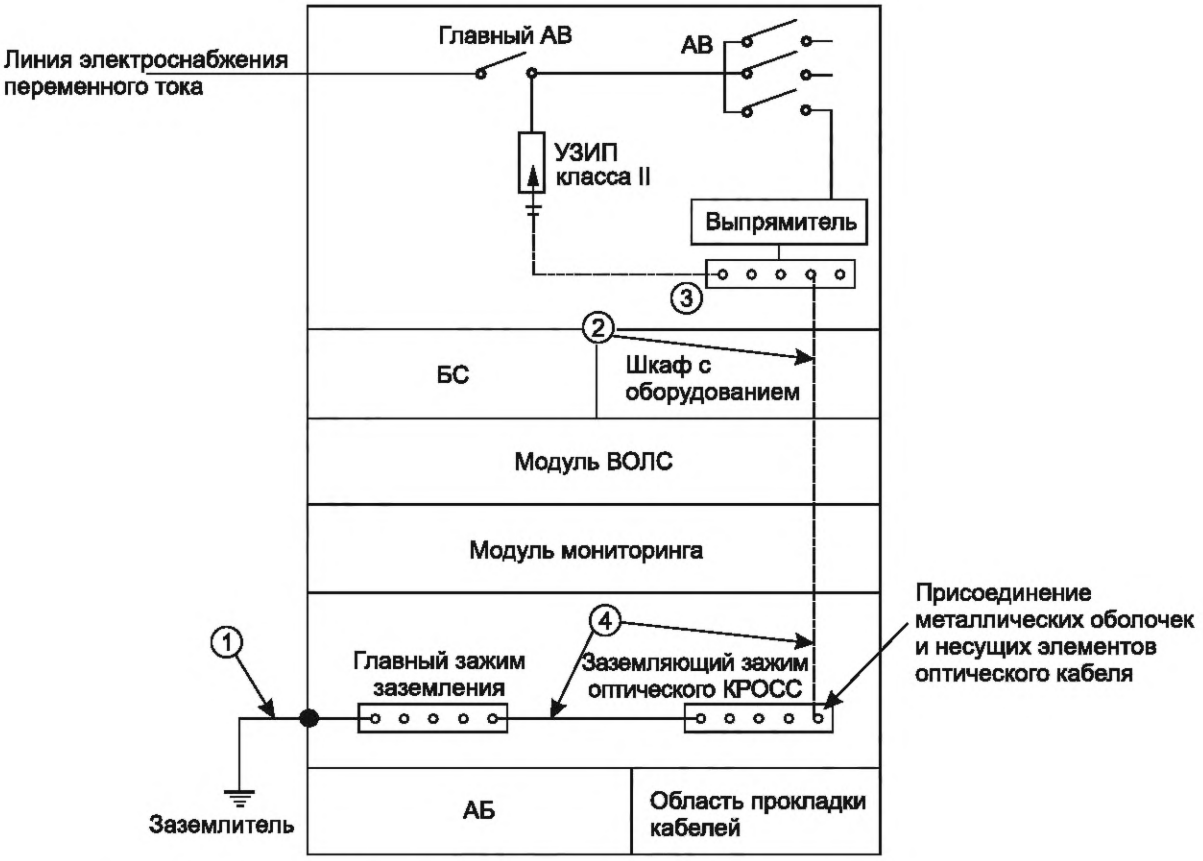


1 – Заземляющий проводник

2 – Проводник уравнивания потенциалов оборудования

3 – Защитный проводник

Рисунок Б.7 — Пример конфигурации системы уравнивания потенциалов и заземления КЭО с использованием кольцевой шины уравнивания потенциалов



1 – Заземляющий проводник
2 – Проводник СУП оборудования
3 – Защитный проводник
4 – Шина уравнивания потенциалов

Рисунок Б.8 — Пример выполнения уравнивания потенциалов и присоединения к заземлителю ШЭО

Приложение В
(обязательное)

Заземление и уравнивание потенциалов для базовой станции. Рисунки

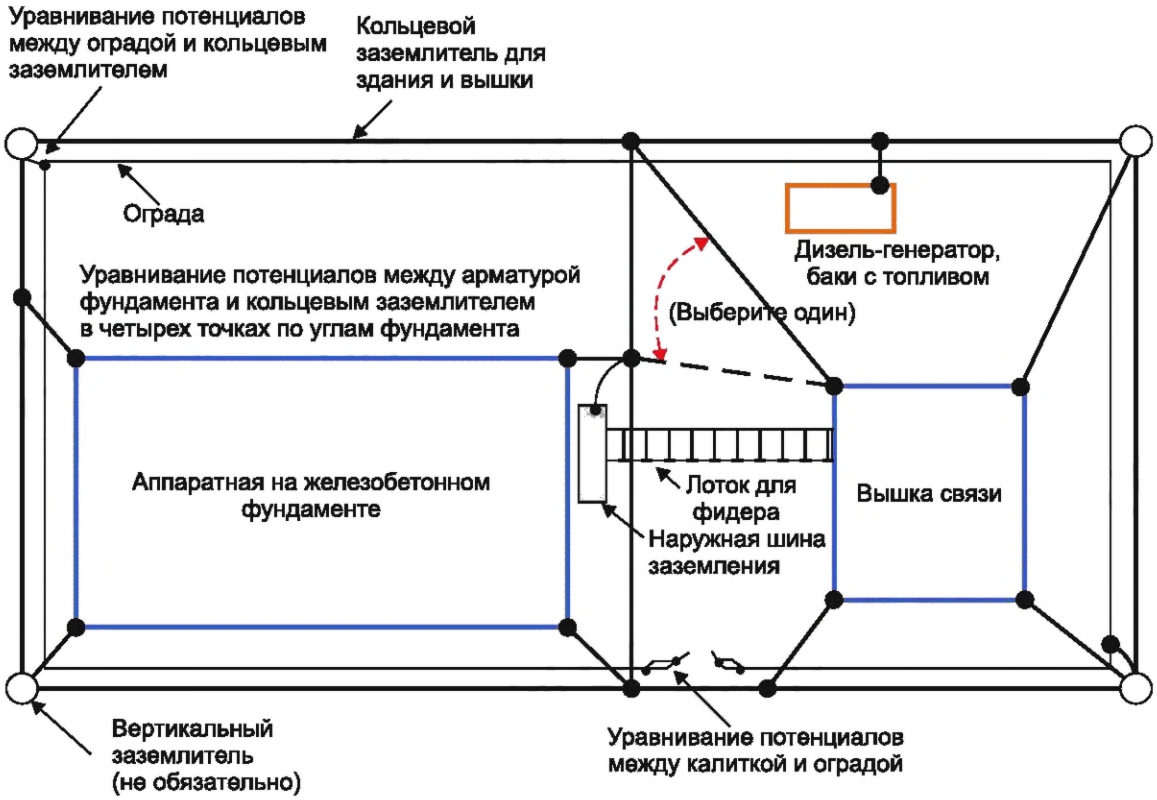


Рисунок В.1 — Заземлитель БС

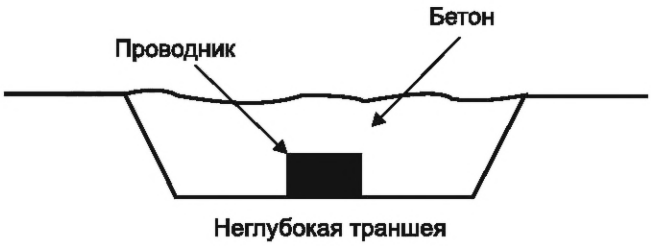


Рисунок В.2 — Проводник, защищенный бетоном от механических повреждений

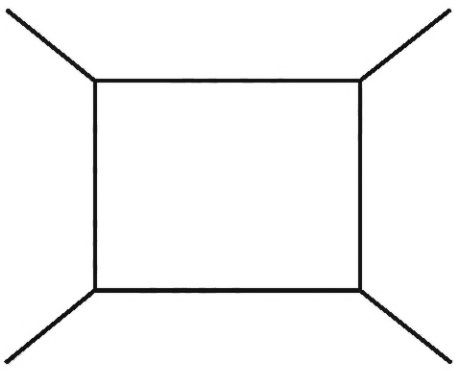


Рисунок В.3 — Заземляющее устройство в скалистом грунте

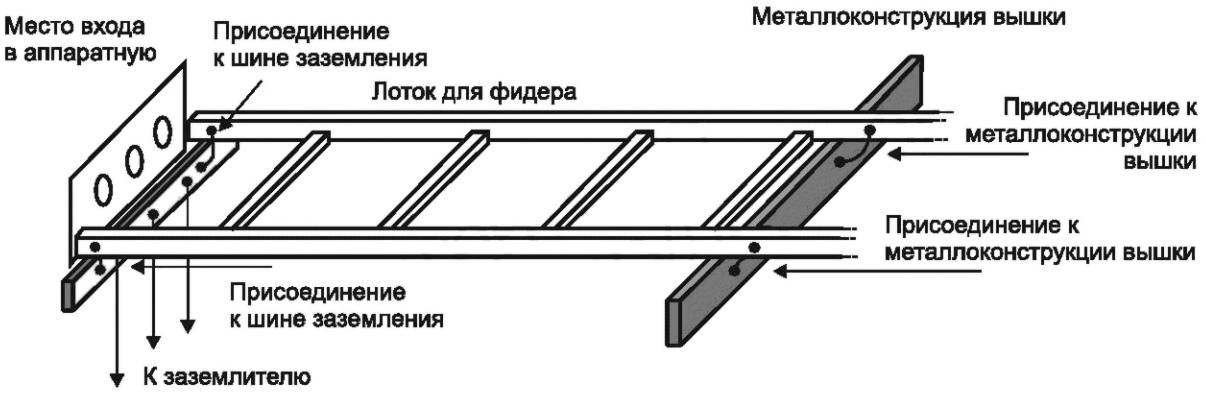


Рисунок В.4 — Лоток для антенного фидера заземлен с обоих концов

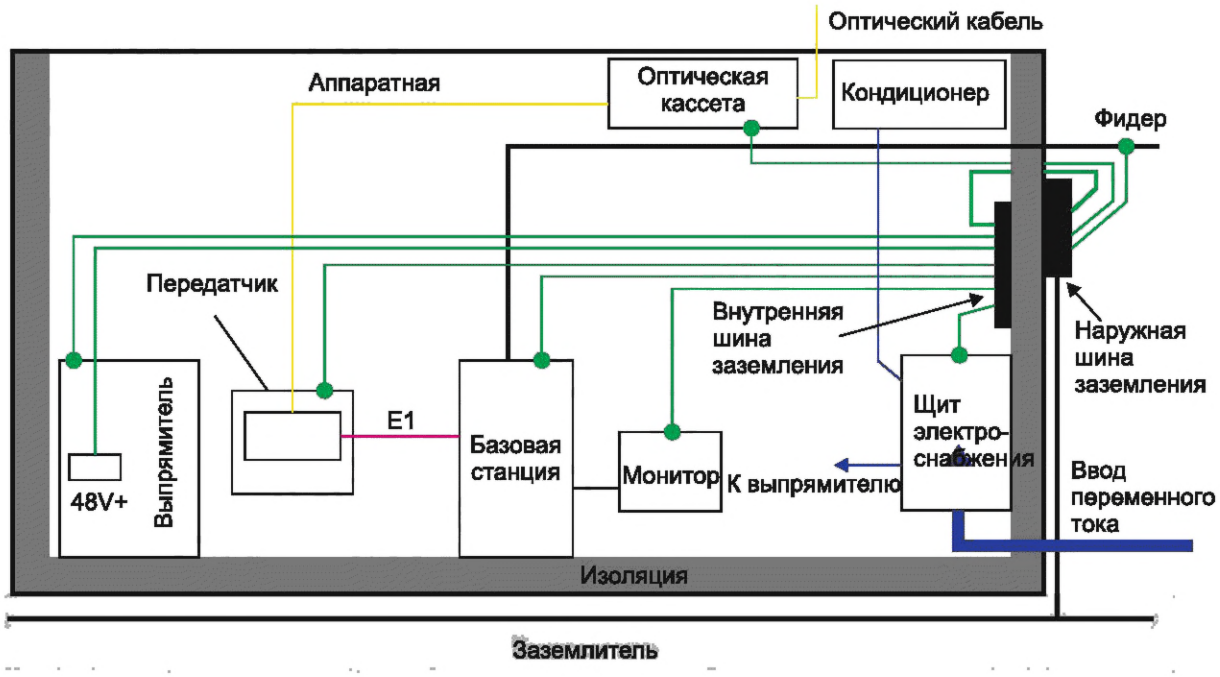


Рисунок В.5 — Система уравнивания потенциалов в аппаратной, конфигурация А

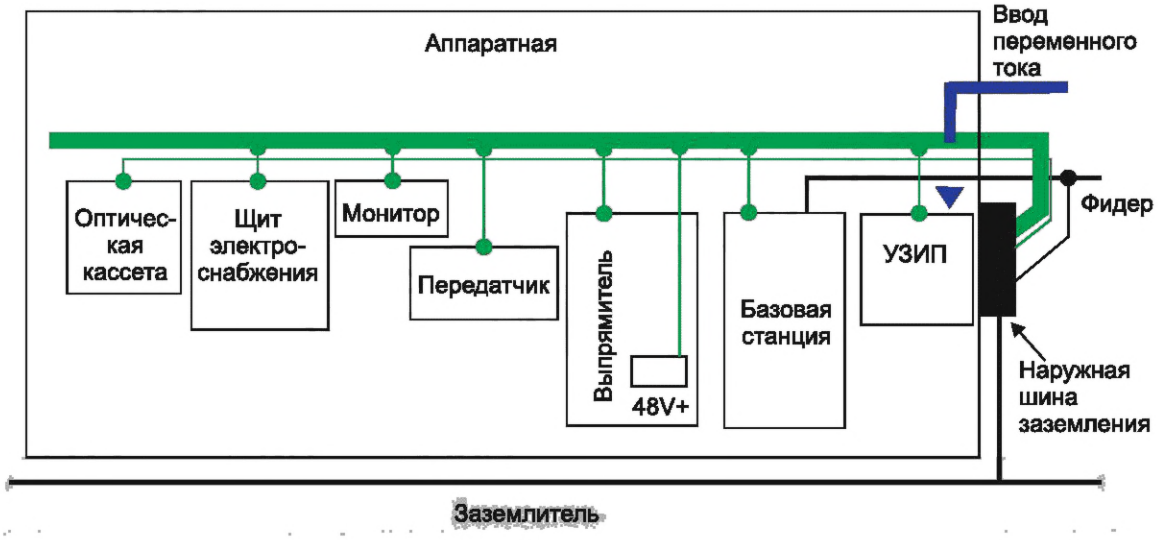


Рисунок В.6 — Система уравнивания потенциалов в аппаратной, конфигурация В



Рисунок В.7 — Кольцевая шина уравнивания потенциалов, проложенная вдоль кабельного лотка и внутренней стены

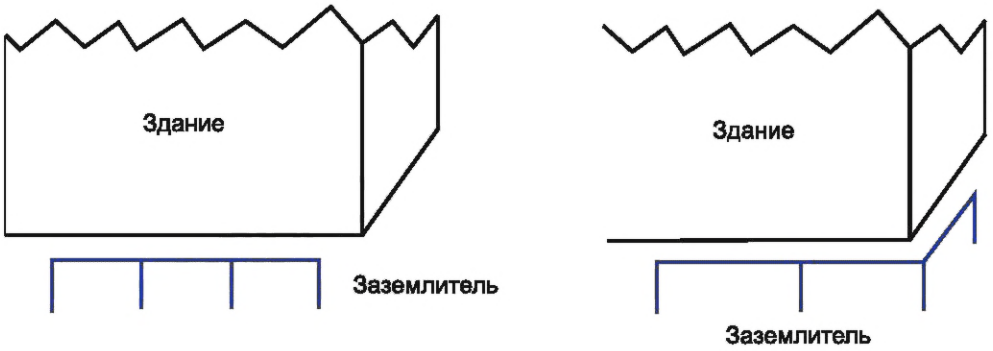


Рисунок В.8 — Заземлитель для БС на крыше здания

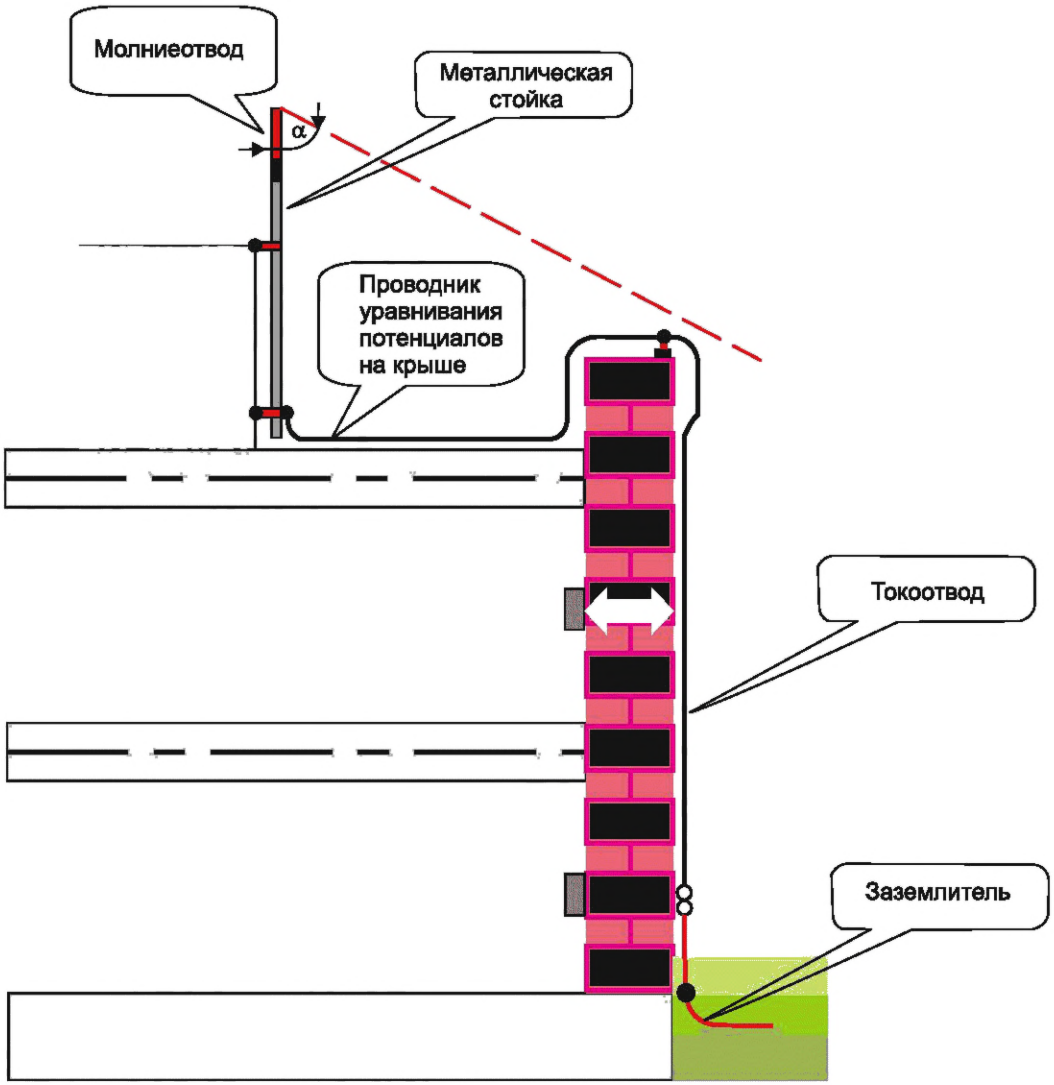


Рисунок В.9 — Токоотвод, подключенный к заземлителю и к сети уравнивания потенциалов на крыше

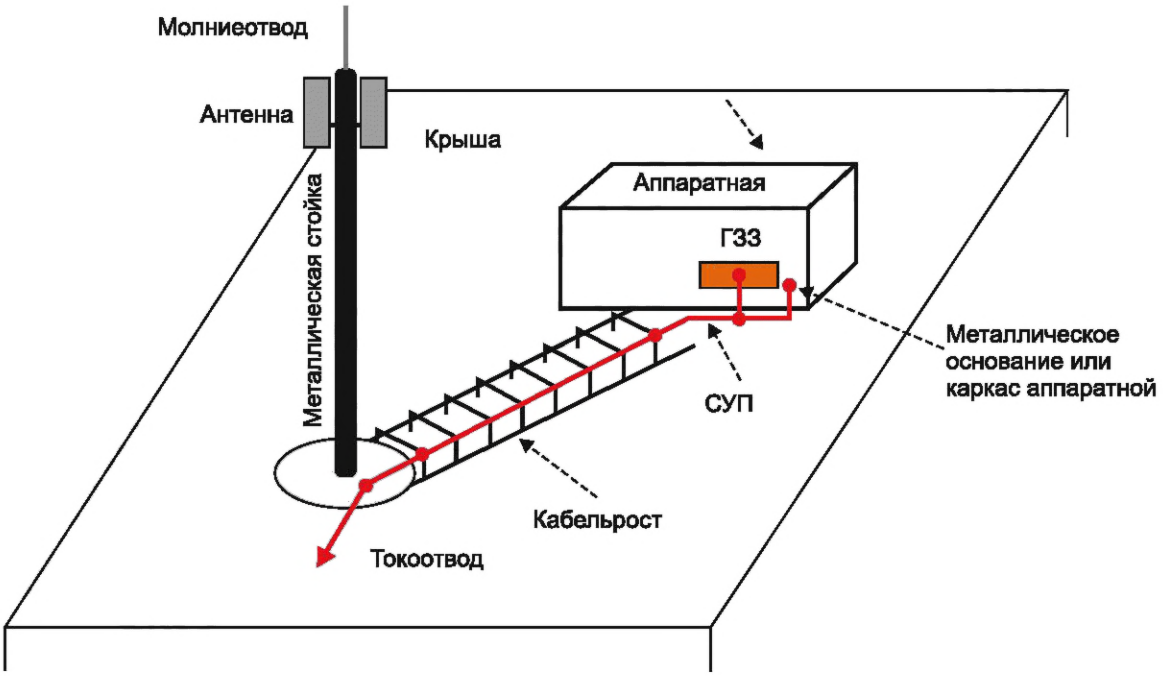


Рисунок В.10 — Пример системы уравнивания потенциалов на крыше с молниеотводом и всеми антеннами, установленными на одной стойке

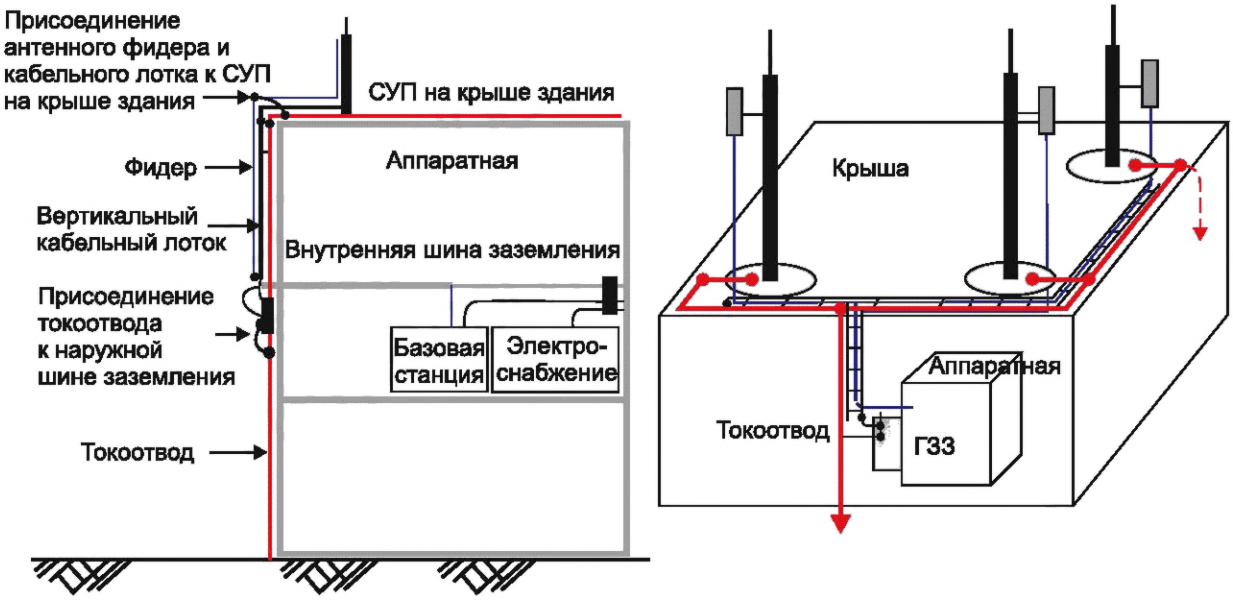


Рисунок В.11 — Конфигурация заземления и системы уравнивания потенциалов в случае, когда аппаратная находится внутри здания

Приложение Г
(справочное)

Минимальные размеры заземлителей, заземляющих проводников и проводников системы уравнивания потенциалов

Г.1 Минимальные размеры проложенных в земле заземляющих электродов из наиболее распространенных материалов по ГОСТ Р 50571.5.54 приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 — Минимальные размеры проложенных в земле заземляющих электродов из наиболее распространенных материалов с точки зрения коррозионной и механической стойкости

Материал и поверхность электрода	Профиль	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм^2	Толщина, мм	Масса покрытия, гр/м^2	Толщина покрытия/ оболочки, мкм
Сталь, замоноличенная в бетон (голая, горячего цинкования или нержавеющая)	Круглая проволока	10				
	Лента или полоса		75	3		
Сталь горячего цинкования[в]	Полоса[б] или профилированная полоса/пластина — сплошная пластина — перфорированная пластина		90	3	500	63
	Круглый стержень устанавливают вертикально	16			350	45
	Круглая проволока — устанавливают горизонтально	10			350	45
	Трубный	25		2	350	45
	Скрученный (замоноличенный в бетон)		70			
	Перекрестный профиль устанавливают вертикально		(290)	3		
Сталь в медной оболочке	Круглый стержень устанавливают вертикально	(15)				2000
Сталь с гальваническим медным покрытием	Круглый стержень устанавливают вертикально	14				250[д]
	Круглая проволока — устанавливают горизонтально	(8)				70
	Полоса, установленная горизонтально		90	3		70
Нержавеющая сталь[а]	Полоса[б] или профилированная полоса/пластина		90	3		
	Круглый стержень устанавливают вертикально	16				
	Круглая проволока — устанавливают горизонтально	10				
	Трубный	25				
Медь	Полоса		50	2		
	Круглая проволока — устанавливают горизонтально		(25)[г] 50			

Окончание таблицы Г.1

Материал и поверхность электрода	Профиль	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм^2	Толщина, мм	Масса покрытия, гр/м^2	Толщина покрытия/оболочки, мкм
Медь	Сплошной круглый стержень устанавливают вертикально	(12) 15				
	Многопроволочный провод	1,7 для отдельных жил провода	(25)[г] 50			
	Трубный	20	—	2		—
	Сплошная пластина	—	—	(1,5) 2		—
	Перфорированная пластина	—	—	2		—

[а] Хром ≥16 %, никель ≥5 %, молибден ≥2 %, углерод ≤0,08 %.
[б] Как катанная, так и резанная полоса с закругленными краями.
[в] Покрытие должно быть гладким, непрерывным и лишенным натеков.
[г] Если опыт показывает, что риск коррозии и механического повреждения чрезвычайно низок, может использоваться сечение 16 мм^2.
[д] Указанная толщина обеспечивает защиту медного покрытия от механического повреждения во время процесса монтажа. Она может быть уменьшена, но не менее чем до 100 мкм, если приняты специальные меры предосторожности, чтобы избежать механического повреждения меди во время процесса монтажа (например, пробуренные отверстия или специальные защитные наконечники), соответствующие инструкциям изготовителя.

Примечание — Размеры в скобках применимы только для защиты от поражения электрическим током, в то время как значения не в скобках применимы для защиты от удара молнии и поражения электрическим током

Г.2 В соответствии с [1], глава 1.7, материал и наименьшие размеры заземлителей должны соответствовать приведенным в таблице Г.2.

Таблица Г.2 — Наименьшие размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле

Материал	Профиль сечения	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм^2	Толщина стенки, мм
Сталь черная	Круглый: для вертикальных заземлителей; для горизонтальных заземлителей	 16 10	 — —	 — —
	Прямоугольный (полоса)	—	100	4
	Угловой	—	100	4
	Трубный	32	—	3,5
Сталь оцинкованная	Круглый: для вертикальных заземлителей; для горизонтальных заземлителей	 12 10	 — —	 — —
	Прямоугольный (полоса)	—	75	3
	Трубный	25	—	2
Медь	Круглый	12	—	—
	Прямоугольный	—	50	2
	Трубный	20	—	2
	Канат многопроволочный	1,8*	35	—

* Диаметр каждой проволоки.

Г.3 Для заземлителей молниезащиты по ГОСТ Р 59789 минимальные размеры заземлителей даны в таблице Г.3.

Таблица Г.3 — Материал, конфигурация и минимальная площадь поперечного сечения проводников молниеприемников, проводников в месте ввода в грунт и токоотводов[а]

Материал	Профиль сечения	Площадь поперечного сечения, мм^2
Медь, Медь, покрытая оловом	Прямоугольный	50
	Круглый[б]	50
	Многожильный проводник[б]	50
	Круглый[в]	176
Алюминий	Прямоугольный	70
	Круглый	50
	Многожильный проводник	50
Сплав алюминия	Прямоугольный	50
	Круглый	50
	Многожильный проводник	50
	Круглый[в]	176
Алюминиевый сплав с медным покрытием	Круглый	50
Сталь горячей оцинковки	Прямоугольный	50
	Круглый	50
	Многожильный проводник	50
	Круглый[в]	176
Сталь с медным покрытием	Круглый	50
	Прямоугольный	50
Нержавеющая сталь	Прямоугольный[г]	50
	Круглый[г]	50
	Многожильный проводник	70
	Круглый[в]	176

[а] Механические и электрические характеристики, коррозионная устойчивость должны отвечать требованиям серии ГОСТ Р МЭК 62561.

[б] В специальных случаях, когда механическая прочность не является необходимой, минимальные требования к сечению в 50 мм^2 (8 мм в диаметре) могут быть снижены до 25 мм^2. В этом случае следует уменьшить расстояния между элементами крепления.

[в] Применяется для стержневых молниеприемников и проводников в месте ввода в грунт. В качестве стержневого молниеприемника, для которого механическая нагрузка, например ветровая, не является существенной, может быть использован пруток диаметром 9,5 мм и длиной 1 м.

[г] Если тепловое и механическое воздействия являются значительными, то эти значения должны быть увеличены до 75 мм^2.

Г.4 Для проводников системы уравнивания потенциалов минимальные размеры приведены в таблицах Г.4 и Г.5.

Таблица Г.4 — Минимальные размеры проводников для соединения шин уравнивания потенциалов между собой и для присоединения шин уравнивания потенциалов к заземляющему устройству

Класс системы молниезащиты	Материал	Площадь поперечного сечения, мм^2
I—IV	Медь	16
	Алюминий	25
	Сталь	50

Таблица Г.5 — Минимальные размеры проводников для присоединения внутренних металлических конструкций к шине уравнивания потенциалов

Класс системы молниезащиты	Материал	Площадь поперечного сечения, мм^2
I—IV	Медь	6
	Алюминий	10
	Сталь	16

Библиография

[1] Правила устройства электроустановок (7-е издание)

[2] Рекомендации МСЭ-Т К.20. 2022. Устойчивость к перенапряжениям и сверхтокам оборудования связи, установленного в телекоммуникационных центрах (Recommendation ITU-T K.20. 2022. Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunication centre to overvoltages and overcurrents)

[3] Рекомендации МСЭ-Т К.35. 2020. Уравнивание потенциалов и заземление на удаленных объектах связи с электронным оборудованием (Recommendation ITU-T K.35. 2020. Bonding configurations and earthing at remote electronic sites)

[4] Рекомендации МСЭ-Т К.112. 2021. Молниезащита, заземление и уравнивание потенциалов: Практические рекомендации для базовых станций (Recommendation ITU-T K.112. 2021. Lightning protection, earthing and bonding: Practical procedures for radio base stations)

УДК 621.316.99:006.354 ОКС 13.200, 29.020

Ключевые слова: стационарные установки связи, заземляющие устройства, заземлители, заземляющие проводники, система уравнивания потенциалов, электробезопасность, электромагнитная совместимость

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 22.05.2025. Подписано в печать 27.05.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru