ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 50571.5.54—2011/ МЭК 60364-5-54:2002**

# ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НИЗКОВОЛЬТНЫЕ

## Часть 5-54

## Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов

**IEC 60364-5-54:2002**
**Electrical installations of buildings — Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment — Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors**
**(IDT)**

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации» — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Московским институтом энергобезопасности и энергосбережения на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 337 «Электрические установки зданий»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 926-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60364-5-54:2002 «Электрические установки зданий. — Часть 5-54: Выбор и монтаж электрооборудования — Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов» (IEC 60364-5-54:2002 «Electrical installations of buildings — Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment — Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения его в соответствие с вновь принятым наименованием серии стандартов МЭК 60364.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и межгосударственный стандарт, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 50571.10—96 (МЭК 60364-5-54—80), ГОСТ Р 50571.21—2000 (МЭК 60364-5-548—96)

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «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*

© Стандартинформ, 2013

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

541 Общие сведения . . . 1
541.1 Область применения . . . 1
541.2 Нормативные ссылки . . . 1
541.3 Термины и определения . . . 2
542 Заземляющие устройства . . . 3
542.1 Общие требования . . . 3
542.2 Заземляющие электроды . . . 3
542.3 Заземляющие проводники . . . 4
542.4 Главный заземляющий зажим (главная заземляющая шина) . . . 5
543 Защитные проводники . . . 5
543.1 Минимальное сечение . . . 5
543.2 Типы защитных проводников . . . 6
543.3 Электрическая непрерывность защитных проводников . . . 7
543.4 PEN-проводники . . . 7
543.5 Совмещенное защитное и функциональное заземление . . . 8
543.6 Размещение защитных проводников . . . 8
543.7 Усиленные защитные проводники при токах утечки, превышающих 10 мА . . . 8
544 Защитные проводники уравнивания потенциалов . . . 8
544.1 Защитные проводники уравнивания потенциалов, присоединяемые к главному заземляющему зажиму (шине) . . . 8
544.2 Защитные проводники уравнивания потенциалов для дополнительного уравнивания . . . 8
Приложение А (обязательное) Расчет коэффициента *k* по 541.1.2 . . . 9
Приложение В (справочное) Пример выполнения заземляющего устройства, защитных проводников и защитных проводников уравнивания потенциалов . . . 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующему в этом качестве межгосударственному стандарту) . . . 13
Библиография . . . 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НИЗКОВОЛЬТНЫЕ

## Часть 5-54

## Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов

Low-voltage electrical installations. Part 5-54. Selection and erection of electrical equipment. Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors

**Дата введения — 2013—01—01**

## 541 Общие сведения

### 541.1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к заземляющим устройствам, защитным проводникам и защитным проводникам уравнивания потенциалов, используемым для обеспечения безопасности в электроустановках.

### 541.2 Нормативные ссылки

Перечисленные ниже ссылочные документы являются обязательными при применении настоящего стандарта. Для датированных ссылок применяется только указанное издание соответствующего нормативного документа. Для недатированных ссылок применяется последнее издание соответствующего нормативного документа.

МЭК 60050 (195) Международный электротехнический словарь. Часть 195. Заземление и защита от поражения электрическим током (IEC 60050-195, International Electrotechnical Vocabulary — Part 195: Earthing and protection against electric shock)

МЭК 60287-1-1 Кабели электрические. Вычисление номинального тока. Часть 1-1. Уравнения номинальных токовых нагрузок (при 100 %-ном коэффициенте нагрузок) и расчет потерь. Общие положения (IEC 60287-1-1, Electric cables — Calculation of the current rating — Part 1-1: Current rating equation (100 % load factor) and calculation of losses — General)

МЭК 60364-4-41 Электрические установки зданий. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от электрического удара (IEC 60364-4-41, Low-voltage electrical installations — Part 4-41: Protection for safety — Protection against electric shock)

МЭК 60364-4-43 Электрические установки зданий. Часть 4-43. Защита для обеспечения безопасности. Защита от сверхтоков (IEC 60364-4-43, Low-voltage electrical installations — Part 4-43: Protection for safety — Protection against overcurrent)

МЭК 60364-4-44 Электрические установки зданий. Часть 4-44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений (IEC 60364-4-44, Low-voltage electrical installations — Part 4-44: Protection for safety — Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances)

МЭК 60364-5-52 Электрические установки зданий. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы проводки (IEC 60364-5-52, Low-voltage electrical installations — Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment — Wiring systems)

МЭК 60724 Температурные пределы короткого замыкания для электрических кабелей на номинальные напряжения 1 кВ ($U_m$ = 1,2 кВ) и 3 кВ ($U_m$ = 3,6 кВ) (IEC 60724, Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m$ = 1,2 kV) and 3 kV ($U_m$ = 3,6 kV))

**Издание официальное**

МЭК 60853-2 Кабели. Расчет циклических и аварийных токовых нагрузок. Часть 2. Циклические нагрузки на напряжение свыше 18/30(36) кВ и аварийные нагрузки кабелей всех напряжений (IEC 60853-2, Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables. Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages)

МЭК 60909-0 Токи короткого замыкания в системах трехфазного переменного тока. Часть 0. Расчет токов (IEC 60909-0, Short-circuit currents in three-phase a. c. systems. Part 0. Calculation of currents)

МЭК 60949 Расчет термически допустимых токов короткого замыкания с учетом неадиабатического нагрева (IEC 60949, Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects)

МЭК 61024-1 Молниезащита строительных конструкций. Часть 1: Общие принципы (IEC 61024-1, Protection of structures against lighting. Part 1: General principles)

МЭК 61140 Защита от поражения электрическим током — Общие аспекты, связанные с электроустановками и электрооборудованием (IEC 61140, Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment)

**541.3 Термины и определения**

541.3.1

**открытая проводящая часть** (exposed-conductive-part): Доступная для прикосновения проводящая часть оборудования, которая нормально не находится под напряжением, но может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

[Международный электротехнический словарь (далее — МЭС) 195-06-10]

541.3.2

**главный заземляющий зажим** (main earthing terminal) **главная заземляющая шина** (main earthing busbar): Зажим или шина, являющийся(аяся) частью заземляющего устройства установки и предназначенный(ая) для электрического присоединения нескольких проводников в целях заземления.

[МЭС 195-02-33]

541.3.3

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

[МЭС 195-02-01]

541.3.4

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

[МЭС 195-02-09]

541.3.5

**защитный проводник уравнивания потенциалов** (protective bonding conductor): Защитный проводник, предназначенный для защитного уравнивания потенциалов.

[МЭС 195-02-10]

541.3.6

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

[МЭС 195-02-03 ИЗМ]

541.3.7

**сторонняя проводящая часть** (extraneous-conductive-part): Проводящая часть, не являющаяся частью электрической установки, но на которой может присутствовать электрический потенциал, обычно потенциал локальной земли.

[МЭС 195-06-11]

**542 Заземляющие устройства**

**542.1 Общие требования**

542.1.1 Заземляющие устройства могут быть выполнены общими или раздельными для защитных и функциональных целей в зависимости от требований к электроустановке. Защитные цели всегда являются главными.

542.1.2 Для связи заземлителей (заземляющих электродов) с главной заземляющей шиной в пределах установки используются заземляющие проводники.

542.1.3 Особое внимание должно быть уделено заземляющим устройствам, общим для высоковольтных и низковольтных систем (см. МЭК 60364-4-44 (раздел 442)).

542.1.4 К заземляющим устройствам, предназначенным для использования в земле, предъявляются следующие требования:

- они должны надежно обеспечивать требования защиты установки;
- протекание токов повреждения на землю и токов защитных проводников на землю не должно создавать опасности от нагрева, термомеханических и электромеханических воздействий и от опасности поражения электрическим током;
- при необходимости они должны удовлетворять функциональным требованиям.

**542.2 Заземляющие электроды**

542.2.1 Материал заземляющих электродов должен быть коррозионно-стойким, а размеры — обеспечивать необходимую механическую прочность.

Минимальные размеры заземляющих электродов (проложенных в земле) из наиболее распространенных материалов с точки зрения коррозионной и механической стойкости приведены в таблице 54.1.

Примечание — При наличии системы молниезащиты применяется МЭК 61024-1.

Таблица 54.1 — Минимальные размеры заземляющих электродов (проложенных в земле) из наиболее распространенных материалов с точки зрения коррозионной и механической стойкости

| Материал | Поверхность | Профиль | Минимальный размер | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Диаметр, мм | Площадь поперечного сечения, мм[2)] | Толщина, мм | Толщина покрытия/оболочки | |
| | | | | | | Единичный размер, мкм | Средний размер, мкм |
| Сталь | Горячего оцинкования[1)] или нержавеющая[1), 2)] | Полоса[3)] | | 90 | 3 | 63 | 70 |
| | | Угловой | | 90 | 3 | 63 | 70 |
| | | Круглые стержни для заглубленных электродов | 16 | | | 63 | 70 |
| | | Круглая проволока для поверхностных электродов[7)] | 10 | | | | 50[5)] |
| | | Трубный | 25 | | 2 | 47 | 55 |
| | В медной оболочке | Круглые стержни для заглубленных электродов[7)] | 15 | | | 2000 | |
| | С электрохимическим медным покрытием | Круглые стержни для заглубленных электродов | 14 | | | 90 | 100 |
| Медь | Без покрытия[1)] | Полоса | | 50 | 2 | | |
| | | Круглый провод для поверхностных электродов[7)] | | 25[6)] | | | |

*Окончание таблицы 54.1*

| Материал | Поверхность | Профиль | Минимальный размер | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Диаметр, мм | Площадь поперечного сечения, мм[2)] | Толщина, мм | Толщина покрытия/оболочки | |
| | | | | | | Единичный размер, мкм | Средний размер, мкм |
| Медь | Без покрытия[1)] | Трос | 1,8 для каждой проволоки | 25 | | | |
| | | Трубный | 20 | | 2 | | |
| | Луженая | Трос | 1,8 для каждой проволоки | 25 | | 1 | 5 |
| | Оцинкованная | Полоса[4)] | | 50 | 2 | 20 | 40 |

[1)] Может также использоваться для электродов, уложенных (заделанных) в бетоне.

[2)] Применяется без покрытия.

[3)] Прокат(полоса) или нарезанная полоса со скругленными краями.

[4)] Полоса со скругленными краями.

[5)] В случае использования проволоки, изготовленной методом непрерывного горячего цинкования, толщина покрытия в 50 мкм принята в соответствии с настоящими техническими возможностями.

[6)] Если экспериментально доказано, что вероятность повреждения от коррозии и механических воздействий мала, то может использоваться сечение 16 мм$^2$.

[7)] Заземляющие электроды рассматриваются как поверхностные, когда они установлены на глубине не более 0,5 м.

542.2.2 Эффективность конкретного заземляющего электрода зависит от характера грунта. Число заземляющих электродов выбирается в зависимости от характера грунта и сопротивления.

542.2.3 В качестве заземляющих электродов могут быть использованы:

- подземные конструктивные элементы фундаментов (фундаментное заземление);
- листы;
- металлическая арматура железобетона (за исключением напряженного железобетона), расположенного в земле;
- стержни или трубы;
- полоса или проволока;
- металлические оболочки или другие металлические покровы кабелей в соответствии с местными условиями или требованиями;
- другие, проложенные в земле, металлические изделия в соответствии с местными условиями или требованиями.

Примечание — Использование труб водопроводных систем допускается по согласованию с их владельцем.

542.2.4 Тип и заглубление заземляющих электродов должны быть такими, чтобы увеличение сопротивления вследствие высыхания или промерзания грунта не снижало эффективность защиты от поражения электрическим током (см. МЭК 60364-4-41).

542.2.5 При использовании в заземляющих устройствах разных материалов должна учитываться возможность возникновения электрической коррозии.

542.2.6 Металлические трубопроводы с горючими жидкостями и газами не должны использоваться в качестве заземляющих электродов.

Примечание — Это не исключает их включения в систему уравнивания потенциалов как труб в соответствии с указаниями МЭК 60364-4-41.

### 542.3 Заземляющие проводники

542.3.1 Заземляющие проводники должны удовлетворять требованиям раздела 543.1 и при прокладке в земле выбираться в соответствии с указаниями таблицы 54.2.

В системе защитного заземления TN, когда подтверждена невозможность стекания тока короткого замыкания на заземляющий электрод, заземляющие проводники могут выбираться в соответствии с 544.1.1.

Таблица 54.2 — Минимальное поперечное сечение заземляющих проводников, проложенных в земле

| Заземляющие проводники | Механически защищенные | Механически не защищенные |
|---|---|---|
| Защищенные от коррозии | 2,5 мм$^2$ по меди<br>10 мм$^2$ по стали | 16 мм$^2$ по меди<br>16 мм$^2$ по стали |
| Не защищенные от коррозии | 25 мм$^2$ по меди<br>50 мм$^2$ по стали | |

542.3.2 Соединение может быть выполнено с помощью сварки, опрессовки, соединительного зажима или другим механическим соединителем. Механическое соединение должно монтироваться в соответствии с заводской инструкцией. Установка соединительного зажима не должна приводить к повреждению электрода или заземляющего проводника.

Примечание — Соединение проводников или арматуры с помощью пайки возможно только при наличии надежной механической фиксации.

**542.4 Главный заземляющий зажим (главная заземляющая шина)**

542.4.1 В каждой установке, где используется защитное уравнивание потенциалов, должен быть предусмотрен главный заземляющий зажим (главная заземляющая шина) и к нему должны быть присоединены:

- защитные проводники уравнивания потенциалов;
- заземляющие проводники;
- защитные проводники;
- проводники функционального заземления при наличии.

Примечание 1 — Не требуется непосредственно подключать каждый отдельный защитный проводник к главному заземляющему зажиму (шине), если они электрически связаны с ним через другие защитные проводники.

Примечание 2 — Главный заземляющий зажим в здании обычно используется в целях функционального заземления. Для информационных технологий он рассматривается как базовая точка подключения информационной сети к заземляющему электроду.

542.4.2 Должна быть предусмотрена возможность индивидуального отсоединения каждого проводника, присоединенного к главному заземляющему зажиму. Соединение должно быть надежным, а отсоединение — выполняться с помощью инструмента.

Примечание — Отсоединение от главного заземляющего зажима должно быть удобным для проведения измерения сопротивления заземляющего устройства.

**543 Защитные проводники**

**543.1 Минимальное сечение**

543.1.1 Сечение любого защитного проводника должно удовлетворять условиям автоматического отключения питания в соответствии с требованиями МЭК 60364-4-41 (подраздел 413.1) и должно обеспечивать стойкость к протеканию токов короткого замыкания.

Сечение защитного проводника рассчитывают в соответствии с 543.1.2 или выбирают по таблице 54.3 настоящего стандарта, при этом должны выполняться условия, установленные в 543.1.3.

Зажимы для защитных проводников должны соответствовать их размерам в соответствии с требованиями настоящего пункта.

Таблица 54.3 — Минимальное сечение защитных проводников

| Сечение линейных проводников $S$, мм$^2$ | Минимальное сечение соответствующего защитного проводника, мм$^2$ | |
|---|---|---|
| | Защитный проводник выполнен из того же материала, что и линейный | Защитный проводник выполнен из материала, отличного от линейного |
| $S \le 16$ | $S$ | $k_1/k_2 \cdot S$ |
| $16 \le S \le 35$ | 16[1)] | $k_1/k_2 \cdot 16$ |

*Окончание таблицы 54.3*

| Сечение линейных проводников $S$, мм$^2$ | Минимальное сечение соответствующего защитного проводника, мм$^2$ | |
|---|---|---|
| | Защитный проводник выполнен из того же материала, что и линейный | Защитный проводник выполнен из материала, отличного от линейного |
| $S > 35$ | $S/2$[1)] | $k_1/k_2 \cdot S/2$ |

$k_1$ — величина коэффициента $k$ для линейного проводника, рассчитанного по формуле (1) (см. 543.1.2) в соответствии с таблицей А.54.1 настоящего стандарта или выбранного из таблицы 43А МЭК 60364-4-43 в соответствии с материалом проводника и изоляции;

$k_2$ — величина коэффициента $k$ для защитного проводника, выбранного из таблиц А.54.2—А.54.6 настоящего стандарта в соответствии с условиями применения.

[1)] Для PEN-проводника уменьшение сечения возможно только при выполнении ограничений по сечению нейтрального проводника.

543.1.2 Сечение защитных проводников не должно быть менее:

- выбранного в соответствии с указаниями МЭК 60949
- или рассчитанного по формуле (1), которая применяется только при времени срабатывания защиты не более 5 с:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}, \quad (1)$$

где $S$ — сечение, мм$^2$;

$I$ — величина тока короткого замыкания (металлического), который может протекать по цепи защиты;

$t$ — время срабатывания защитного устройства, с.

Примечание 1 — Следует учитывать ограничение тока за счет сопротивления цепи и ограничение $I^2t$ аппаратом защиты.

$k$ — коэффициент, зависящий от материала защитного проводника, изоляции, прилегающих частей, начальной и конечной температуры (расчет $k$ — см. приложение А).

Если в результате расчета получается нестандартное значение сечения проводника, то выбирается ближайшее большее.

Примечание 2 — Указания по ограничению температуры во взрывоопасных средах приведены в МЭК 60079-0 [1].

Примечание 3 — Для кабелей с минеральной изоляцией в случае, когда стойкость к току короткого замыкания металлической оболочки кабеля больше, чем у линейных проводников, не требуется рассчитывать сечение металлической оболочки, используемой в качестве защитного проводника.

543.1.3 Сечение любого защитного проводника, который не является жилой кабеля или не проложен с линейными проводниками в общей оболочке, должно быть не менее:

- 2,5 мм$^2$ по меди и 16 мм$^2$ по алюминию, если имеется механическая защита,
- 4 мм$^2$ по меди и 16 мм$^2$ по алюминию, если механическая защита отсутствует.

543.1.4 Если защитный проводник является общим для двух или более контуров, то его сечение выбирается следующим образом:

- рассчитывается в соответствии с требованиями 543.1.1, исходя из максимально ожидаемого тока короткого замыкания и времени отключения в этом контуре, или
- выбирается по таблице 54.3 по отношению к контуру с максимальным сечением линейных проводников.

**543.2 Типы защитных проводников**

543.2.1 Защитные проводники могут быть представлены одним из нижеследующих типов или их комбинацией:

- проводники (жилы) многожильного кабеля;
- изолированный или голый проводник, который проложен в общей оболочке с линейными проводниками;
- стационарно проложенные голые или изолированные проводники;

- металлические оболочки кабелей, экраны кабелей, броня кабелей, проволочная оплетка, концентрические проводники, металлические трубы, объекты, удовлетворяющие требованиям перечислений a) и b) 543.2.2.

Примечание — Некоторые виды кабельных лестниц и лотков могут использоваться в качестве защитных проводников при выполнении требований 543.6.

543.2.2 Металлические оболочки такого оборудования, как низковольтные устройства защиты и управления или шинопроводы, металлические оболочки или рамы могут использоваться в качестве защитных проводников при одновременном выполнении нижеследующих условий:

a) электрическая непрерывность цепи обеспечена конструкцией или установкой дополнительных перемычек таким образом, что обеспечивается защита от механических, химических и электрохимических повреждений;

b) они удовлетворяют требованиям 543.1;

c) должна быть предусмотрена возможность подключения других защитных проводников в предусмотренных точках.

543.2.3 Нижеперечисленные металлические части не следует использовать в качестве защитных проводников и защитных проводников уравнивания потенциалов:

- металлические трубы систем водоснабжения и канализации;
- трубопроводы с горючими газами и жидкостями;
- конструкции, подверженные механическим нагрузкам в нормальных условиях;
- гибкие или мягкие металлические проводники, за исключением специально предназначенных для этих целей;
- гибкие металлические части;
- поддерживающие конструкции электропроводок.

**543.3 Электрическая непрерывность защитных проводников**

543.3.1 Защитные проводники должны быть соответствующим образом защищены от механических повреждений, от ухудшения состояния из-за химических и электрохимических воздействий, от электродинамических и термодинамических сил.

543.3.2 Соединения защитных проводников должны быть доступны для осмотра и испытаний, за исключением:

- соединений, заполненных компаундом;
- соединений, находящихся в закрытых полостях;
- соединений в металлических трубах и коробах;
- соединений, являющихся частью оборудования и соответствующих требованиям стандартов на оборудование.

543.3.3 В цепях защитных проводников не следует устанавливать отключающие устройства, однако для проведения испытаний могут применяться соединения, разборные с помощью инструмента.

543.3.4 В случае осуществления контроля за состоянием заземления неспециализированные устройства, например датчики или катушки, следует включать последовательно в цепь защитных проводников.

543.3.5 Открытые проводящие части аппаратов не должны использоваться в качестве защитных проводников другого оборудования, за исключением требований 543.2.2.

**543.4 PEN-проводники**

543.4.1 PEN-проводники могут применяться только в стационарных установках, с точки зрения механической прочности их сечение должно быть не менее 10 мм$^2$ по меди или 16 мм$^2$ по алюминию.

543.4.2 Изоляция PEN-проводников должна быть рассчитана на максимально возможное приложенное напряжение.

Примечание — Выполнение изоляции PEN-проводников внутри оборудования является прерогативой технического комитета по соответствующему оборудованию.

543.4.3 Если после какой-либо точки установки функции нейтрального и защитного проводников выполняются отдельными проводниками, то не допускается присоединять нейтральный проводник к заземленной части установки, например защитному проводнику, образованному из PEN-проводника. Однако можно из PEN-проводника сформировать несколько нейтральных и защитных проводников. Должны быть предусмотрены отдельные зажимы или шины для присоединения защитных и нейтральных проводников. В этом случае PEN-проводник должен присоединяться к зажиму или шине, предназначенным для защитного проводника.

543.4.4 Сторонние проводящие части не могут использоваться в качестве PEN-проводников.

**543.5 Совмещенное защитное и функциональное заземление**

543.5.1 Если используются объединенные заземляющие проводники защитного и функционального заземления, в первую очередь следует выполнять требования к защитным проводникам. Дополнительно должны выполняться требования, относящиеся к функциональному заземлению по МЭК 60364-4-44 (раздел 444).

543.5.2 Сторонние проводящие части не следует использовать в качестве PEL- или PEM-проводников.

**543.6 Размещение защитных проводников**

Если для защиты от поражения электрическим током используется устройство защиты от сверхтока, то защитный проводник должен быть объединен с фазными проводниками или проложен в непосредственной близости.

**543.7 Усиленные защитные проводники при токах утечки, превышающих 10 мА**

При подключении стационарного оборудования с токами утечки, превышающими 10 мА, к защитным проводникам предъявляются следующие повышенные требования:

- сечение каждого защитного проводника должно быть не менее 10 мм$^2$ по меди или 16 мм$^2$ по алюминию по всей длине.

Примечание 1 — PEN-проводники, выбранные в соответствии с требованиями 543.4, должны удовлетворять и этим требованиям;

- или должен быть проложен второй защитный проводник минимального сечения, требуемого для защиты от косвенного прикосновения до точки, где сечение защитного проводника должно быть не менее 10 мм$^2$ по меди или 16 мм$^2$ по алюминию. Для подключения второго защитного проводника должен быть предусмотрен отдельный зажим.

Примечание 2 — В системе TN-C, где нейтральный проводник объединен с защитным проводником в единый проводник (PEN-проводник) до зажима оборудования, ток утечки рассматривается как ток нагрузки.

Примечание 3 — Силовое оборудование с большими токами утечки может быть несовместимым с установками, в которых используется защита по дифференциальному току.

**544 Защитные проводники уравнивания потенциалов**

**544.1 Защитные проводники уравнивания потенциалов, присоединяемые к главному заземляющему зажиму (шине)**

544.1.1 Сечение защитных проводников уравнивания потенциалов, которые используются в основной системе уравнивания потенциалов в соответствии с МЭК 60364-4-41 (подпункт 413.1.2.1) и присоединены к главному заземляющему зажиму (шине) в соответствии с требованиями 542.4, должно быть не менее:

- 6 мм$^2$ — по меди;
- 16 мм$^2$ — по алюминию;
- 50 мм$^2$ — по стали.

**544.2 Защитные проводники уравнивания потенциалов для дополнительного уравнивания**

544.2.1 Проводник уравнивания потенциалов, соединяющий две открытые проводящие части, должен иметь проводимость не ниже минимальной проводимости защитного проводника из защитных проводников, присоединенных к сопрягаемым открытым проводящим частям.

544.2.2 Проводник уравнивания потенциалов, соединяющий открытую проводящую часть и стороннюю проводящую часть, должен иметь проводимость не ниже проводимости соответствующего защитного проводника половинного сечения.

544.2.3 Должны также выполняться требования 543.1.3.

**Приложение А**
**(обязательное)**

## Расчет коэффициента *k* по 541.1.2

Коэффициент *k* рассчитывается по следующей формуле:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20\ \ C)}{\rho_{20}} \ln\left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{\beta + \theta_i}\right)},$$

где $Q_c$ — объемная теплоемкость материала проводника (Дж/С · мм$^3$) при 20 °С;
$\beta$ — величина, обратная температурному коэффициенту проводника при 0 °С (°С);
$\rho_{20}$ — удельное электрическое сопротивление проводника при 20 °С (Ом · мм);
$\theta_i$ — начальная температура проводника (°С);
$\theta_f$ — конечная температура (°С).

Таблица А.54.1 — Величины параметров для различных материалов

| Материал | $\beta$ [a], °С | $Q_c$ [b], Дж/°С · мм$^3$ | $\rho_{20}$, Ом мм | $\sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20\ ^\circ C)}{\rho_{20}}}$ |
|---|---|---|---|---|
| Медь | 234,5 | $3{,}45 \cdot 10^{-3}$ | $17{,}241 \cdot 10^{-6}$ | 226 |
| Алюминий | 228 | $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ | $28{,}264 \cdot 10^{-6}$ | 148 |
| Свинец | 230 | $1{,}45 \cdot 10^{-3}$ | $214 \cdot 10^{-6}$ | 41 |
| Сталь | 202 | $3{,}8 \cdot 10^{-3}$ | $138\ \ 10^{-6}$ | 78 |

[a] Значения приняты по МЭК 60287-1-1 (таблица 1).
[b] Значения приняты по МЭК 60853-2 (таблица Е.2).

Таблица А.54.2 — Значение коэффициента *k* для изолированных защитных проводников

| Изоляция проводника | Температура, °С [b] | | Материал проводника | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Медь | Алюминий | Сталь |
| | Начальная | Конечная | *k* | | |
| 70 °С ПВХ | 30 | 160/140[a] | 143/133[a] | 95/88[a] | 52/49[a] |
| 90 °С ПВХ | 30 | 160/140[a] | 143/133[a] | 95/88[a] | 52/49[a] |
| 90 °С сшитый полиэтилен | 30 | 250 | 176 | 116 | 64 |
| 60 °С резина | 30 | 200 | 159 | 105 | 58 |
| 85 °С резина | 30 | 220 | 166 | 110 | 60 |
| Силиконовая резина | 30 | 350 | 201 | 133 | 73 |

[a] Нижнее значение дано для ПВХ изоляции проводников сечением более 300 мм$^2$.
[b] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724.

Таблица А.54.3 — Значение коэффициента *k* для неизолированных защитных проводников, находящихся в контакте с оболочкой кабеля, но проложенных не в общем пучке с другими кабелями

| Оболочка кабеля | Температура, °С [a] | | Материал проводника | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Медь | Алюминий | Сталь |
| | Начальная | Конечная | *k* | | |
| ПВХ | 30 | 200 | 159 | 105 | 58 |
| Полиэтилен | 30 | 150 | 138 | 91 | 50 |
| Резина | 30 | 220 | 166 | 110 | 60 |

[a] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724.

Таблица А.54.4 — Значение коэффициента *k* для защитных проводников, являющихся жилой кабеля или проложенных в одном пучке с другими кабелями или изолированными проводами

| Изоляция проводника | Температура, °C[b] | | Материал проводника | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Медь | Алюминий | Сталь |
| | Начальная | Конечная | *k* | | |
| 70 °C ПВХ | 70 | 160/140[a] | 115/103[a] | 76/68[a] | 42/37[a] |
| 90 °C ПВХ | 90 | 160/140[a] | 100/86[a] | 66/57[a] | 36/31[a] |
| 90 °C сшитый полиэтилен | 90 | 250 | 143 | 94 | 52 |
| 60 °C резина | 60 | 200 | 141 | 93 | 51 |
| 85 °C резина | 85 | 220 | 134 | 89 | 48 |
| Силиконовая резина | 180 | 350 | 132 | 87 | 47 |

[a] Нижнее значение дано для ПВХ изоляции проводников сечением более 300 мм$^2$.

[b] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724.

Таблица А.54.5 — Значение коэффициента *k* для защитных проводников, таких как металлическая основа брони кабеля, металлическая оболочка кабеля, концентрические проводники и т. п.

| Изоляция кабеля | Температура, °C[a] | | Материал проводника | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Медь | Алюминий | Свинец | Сталь |
| | Начальная | Конечная | *k* | | | |
| 70 °C ПВХ | 60 | 200 | 141 | 93 | — | 51 |
| 90 °C ПВХ | 80 | 200 | 128 | 85 | — | 46 |
| 90 °C сшитый полиэтилен | 80 | 200 | 128 | 85 | — | 46 |
| 60 °C резина | 55 | 200 | 144 | 95 | — | 52 |
| 85 °C резина | 75 | 220 | 140 | 93 | — | 51 |
| Минеральная поверх ПВХ изоляции[b] | 70 | 200 | 135 | — | — | — |
| Минеральная неизолированных проводников | 105 | 250 | 135 | — | — | — |

[a] Предельные температуры для различных типов изоляции даны по МЭК 60724.

[b] Указанные величины могут использоваться для неизолированных проводников, не защищенных от прикосновения или находящихся в контакте с горючими материалами.

Таблица А.54.6 — Значение коэффициента *k* для неизолированных проводников, когда указанные температуры не создают угрозы повреждения находящихся вблизи материалов

| Условия применения | Начальная температура, °C | *k* | Максимальная температура, °C | *k* | Максимальная температура, °C | *k* | Максимальная температура, °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Открыто и на ограниченных участках | 30 | 228 | 500 | 125 | 300 | 82 | 500 |
| Нормальные условия | 30 | 159 | 200 | 105 | 200 | 58 | 200 |
| Пожароопасные зоны | 30 | 138 | 150 | 91 | 150 | 50 | 150 |

Приложение В
(справочное)

## Пример выполнения заземляющего устройства, защитных проводников и защитных проводников уравнивания потенциалов

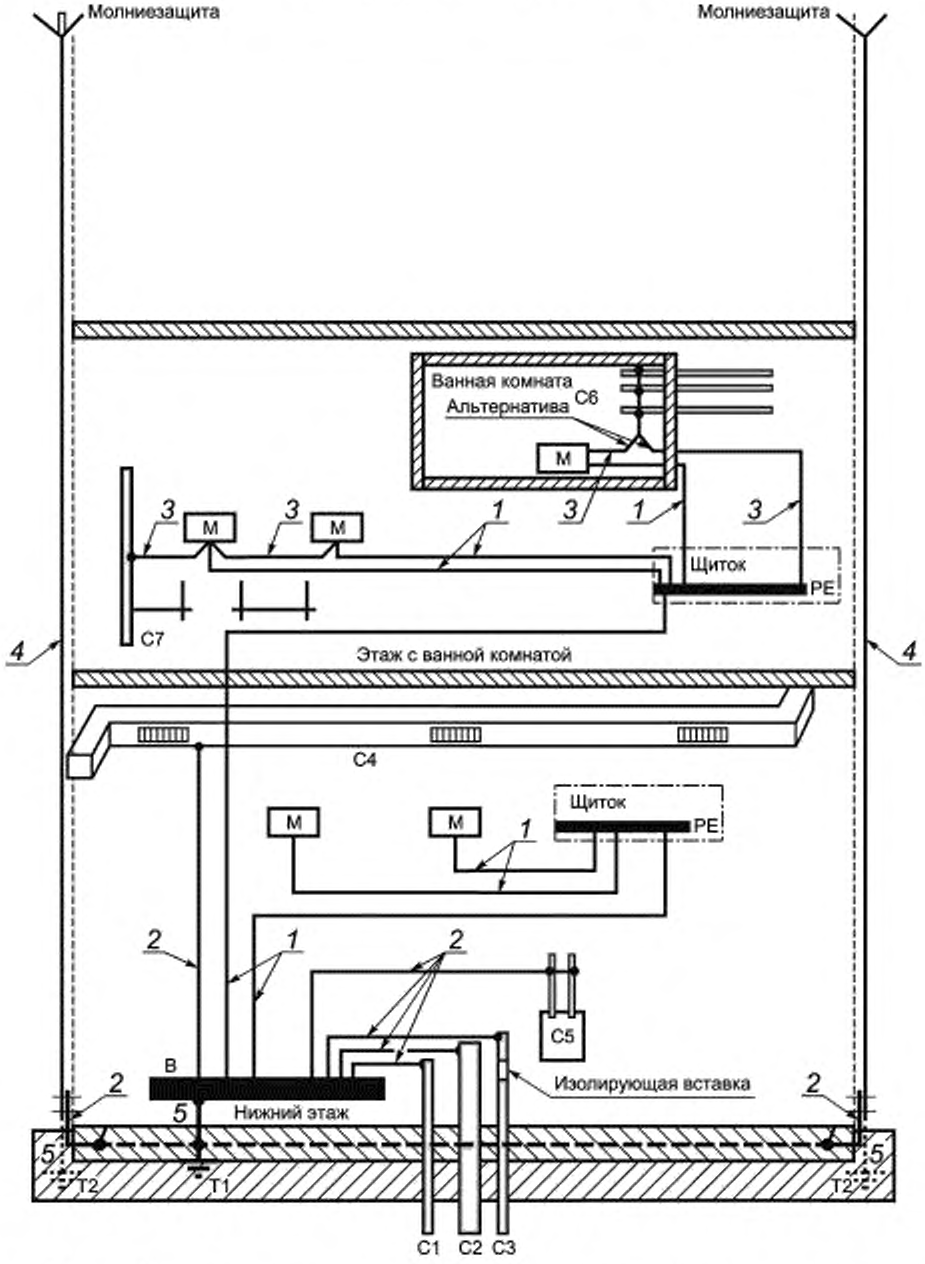


Рисунок В.54.1 — Заземляющее устройство, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов (Лист 1)

М — открытая проводящая часть; С — сторонняя проводящая часть; С1 — металлические трубы водопровода; С2 — металлические трубы канализации; С3 — металлические трубы газоснабжения с изолирующей вставкой; С4 — вентиляция и кондиционирование; С5 — система отопления; С6 — металлические трубы, например в ванной комнате; С7 — сторонние проводящие части в зоне досягаемости рукой от открытых проводящих частей, В — главный заземляющий зажим (главная заземляющая шина), Т — заземляющий электрод; Т1 — фундаментный заземлитель, Т2 — заземлитель молниезащиты, если требуется; *1* — защитный проводник; *2* — защитный проводник уравнивания потенциалов; *3* — защитный проводник уравнивания потенциалов для дополнительного уравнивания; *4* — токоотводы системы молниезащиты; *5* — заземляющий проводник

Примечание — Заземляющий проводник — это проводник, который соединяет заземляющий электрод с точкой основной системы уравнивания потенциалов, обычно это главный заземляющий зажим (шина).

Рисунок В.54.1 (лист 2)

**Приложение ДА**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующему в этом качестве межгосударственному стандарту)

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта |
|---|---|---|
| МЭК 60050(195) | IDT | ГОСТ Р МЭК 60050-195—2005 «Заземление и защита от поражения электрическим током. Термины и определения» |
| МЭК 60287-1-1 | IDT | ГОСТ Р МЭК 60287-1-1—2009 «Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 1-1. Уравнения для расчета номинальной токовой нагрузки (100 %-ный коэффициент нагрузки) и расчет потерь. Общие положения» |
| МЭК 60364-4-41 | IDT | ГОСТ Р 50571.3—2009 (МЭК 60364-4-41:2005) «Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током» |
| МЭК 60364-4-43 | NEQ | ГОСТ Р 50571.5—94 (МЭК 364-4-43—77) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока» |
| МЭК 60364-4-44 | IDT | ГОСТ Р 50571-4-44—2011 (МЭК 60364-4-44:2007) «Электроустановки низковольтные. Часть 4-44. Требования для обеспечения безопасности. Защита от отклонений напряжения и электромагнитных помех» |
| МЭК 60364-5-52 | IDT | ГОСТ Р 50571-5-52—2011/МЭК 60364-5-52:2009 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки» |
| МЭК 60724 | IDT | ГОСТ Р МЭК 60724—2009 «Предельные температуры электрических кабелей на номинальное напряжение 1 кВ ($U_m$ = 1,2 кВ) и 3 кВ ($U_m$ = 3,6 кВ) в условиях короткого замыкания» |
| МЭК 60853-2 | — | * |
| МЭК 60909-0 | NEQ<br><br>NEQ | ГОСТ 28249—93 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ»<br>ГОСТ Р 52736—2007 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания» |
| МЭК 60949 | IDT | ГОСТ Р МЭК 60949—2009 «Расчет термически допустимых токов короткого замыкания с учетом неадиабатического нагрева» |
| МЭК 61024-1 (заменен на МЭК 62305-1:2006) | IDT | ГОСТ Р МЭК 62305-1—2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы» |
| МЭК 61140:2001 | IDT | ГОСТ Р МЭК 61140—2001 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи» |

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные стандарты.

## Библиография

[1] МЭК 60079.0 Электрические приборы для взрывоопасной газовой среды

УДК 696.6:006.354 ОКС 29.020; 91.140.50 Е08 ОКСТУ 3402

Ключевые слова: электроустановки, заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов, главный заземляющий зажим, электрическая непрерывность защитных проводников

Редактор *Е.С. Котлярова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.Е. Нестерова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 06.02.2013. Подписано в печать 28.02.2013. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,75. Тираж 153 экз. Зак. 225.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru