



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
*(первая редакция)*

ГОСТ Р 50571.3-2009  
(МЭК 60364-4-1:2005)

## НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

### НИЗКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

#### ЧАСТЬ 4-41.

Защита для обеспечения безопасности.

Защита от поражения электрическим током

Low-voltage electrical installations Part 4-41:Protection for safety - Protection against electric shock

Дата введения 2010-07-01

#### Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. N 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 Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ) с участие Открытого акционерного общества "Компания "Электромонтаж" на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 337 "Электроустановки зданий".

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от \_\_\_\_\_ 2007 г. N \_\_\_\_\_

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60364-4-41:2005 "Низковольтные электроустановки. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током" (IEC 60364-4-41:2005 " Low-voltage electrical

installations. Part 4-41: Protection for safety=Protection against electric shock")

Взамен ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-1-72, МЭК 364-4-41-92)

*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*

## ВВЕДЕНИЕ

Эта Часть 4-41 МЭК 60364 имеет дело с защитой от поражения электрическим током в применении к электрическим установкам. Она основана на МЭК 61140, который является базовым стандартом по безопасности, который применяется к защите людей и домашнего скота. МЭК 61140 предназначен дать основные принципы и требования, которые являются общими для электрических установок и оборудования или необходимы для их координации.

Основное правило защиты от поражения электрическим током, согласно МЭК 61140, - опасные токоведущие части не должны быть доступными, а доступные проводящие части не должны быть под опасным напряжением ни при нормальных условиях, ни при условиях единичного повреждения.

Согласно 4.2 МЭК 61140 защиту при нормальных условиях обеспечивают основными защитными мерами предосторожности, а защиту при условиях единичного повреждения обеспечивают защитными мерами предосторожности при повреждении. В качестве альтернативы, защиту от поражения электрическим током обеспечивают усиленной защитной мерой предосторожности, которая обеспечивает защиту при нормальных условиях и при условиях единичного повреждения.

Этот стандарт имеет статус издания по групповой безопасности (GSP) для защиты от поражения электрическим током.

В четвертой редакции стандарта МЭК 60364:2001:

защита при нормальных условиях (теперь определяемая основной защитой) упоминалась как защита от прямого прикосновения и

защита при условиях повреждения (теперь определяемая защитой при повреждении) упоминалась как защита от косвенного прикосновения.

Главные изменения относительно предыдущей редакции упомянуты ниже:

принятие терминологии МЭК 61140;

расположение, рационализированное на основе полных защитных мер (то есть соответствующие практические комбинации защитной меры предосторожности при нормальной эксплуатации (защита прямого прикосновения) и защитной меры предосторожности в случае повреждения (защита косвенного прикосновения);

требования 471 и 481, которые были включены в четвертой редакции, были

рационализированы;

прояснены требования к отключению для систем ТТ;

системы ИТ рассмотрены более полно;

требования в определенных случаях для дополнительной защиты штепсельных розеток посредством УДТ на 30 мА там, где защитная мера - автоматическое отключение питания.

Она имеет статус издания по групповой безопасности в соответствии с Руководством 104 МЭК.

Часть 4 комплекса включает следующие части под общим названием Низковольтные электрические установки:

Часть 4-41: Защита для обеспечения безопасности - Защита от поражения электрическим током;

Часть 4-42: Защита для обеспечения безопасности - Защита от тепловых воздействий;

Часть 4-43: Защита для обеспечения безопасности - Защита от сверхтока;

Часть 4-44: Защита для обеспечения безопасности - Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных помех.

#### **410.1 Область действия**

Настоящий стандарт устанавливает основополагающие требования по защите от поражения электрическим током, включающей в себя основную защиту (защиту от прямого прикосновения) и защиту при повреждении (защиту от косвенного прикосновения) людей и животных, координацию этих требований между собой относительно внешних воздействий и требования для применения дополнительной защиты в определенных случаях.

#### **410.2 Нормативные ссылки**

Следующие упомянутые документы являются обязательными для применения этого документа. Для датированных ссылок, применяется только процитированная редакция. Для недатированных ссылок, применяется самая последняя редакция упомянутого документа (включая любые поправки).

МЭК 60364-5-52. Электрические установки зданий. Часть 5-52: Выбор и монтаж электрического оборудования. Электропроводки\*.

---

\* Новый выпуск - в настоящее время на рассмотрении.

МЭК 60364-5-54. Электрические установки зданий. Часть 5-54: Выбор и монтаж электрического оборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов.

МЭК 60364-6. Низковольтные электрические установки. Часть 6: Проверка.

МЭК 60439-1. Низковольтные сборки коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления. Часть 1. Сборки, полностью и частично прошедшие типовые испытания.

МЭК 60449. Диапазоны напряжения для электрических установок зданий.

МЭК 60614 (все части). Трубы для электрических установок. Спецификация.

МЭК 61084 (все части). Кабельные желоба и системы каналов для электрических установок.

МЭК 61140. Защита от поражения электрическим током. Общие положения для установки и оборудования.

МЭК 61386 (все части). Системы трубопроводов для электрических установок.

МЭК 61558-2-6. Безопасность силовых трансформаторов, блоков питания и аналогичные. Часть 2-6: Особые требования для безопасных разделительных трансформаторов для общего использования.

Руководство 104 МЭК. Подготовка изданий по безопасности и использование изданий по базовой безопасности и изданий по групповой безопасности.

### **410.3 Общие требования**

410.3.1 В этом стандарте подразумевают следующую спецификацию напряжений, если иначе не установлено:

напряжения переменного тока - действующее значение;

напряжения постоянного тока - без пульсаций.

Отсутствие пульсации условно определено как действующее значение пульсирующего напряжения не более чем 10% составляющей постоянного тока.

#### **410.3.2** Защитная мера должна состоять из:

- соответствующей комбинации меры предосторожности для основной защиты и независимой меры предосторожности для защиты при повреждении; или

- усиленной защитной меры предосторожности, которая обеспечивает и основную защиту, и защиту при повреждении.

Дополнительная защита определена, как часть защитной меры при определенных условиях внешних воздействий и в определенных специальных размещениях (см. соответствующую часть 7 из комплекса МЭК 60364).

Примечание 1 - Для специальных применений разрешены защитные меры, которые не следуют из этого понятия (см. п.410.3.5 и 410.3.6).

Примечание 2 - Примером усиленной защитной меры является усиленная изоляция.

**410.3.3** В каждой части установки должна быть применена одна или более защитных мер, принимая во внимание условия внешних воздействий.

Обычно разрешают следующие защитные меры:

- автоматическое отключение питания (Пункт 411);

- двойная или усиленная изоляция (Пункт 412);
- электрическое разделение для питания одного электроприемника (Пункт 413);
- сверхнизкое напряжение (БСНН и ЗСНН) (Пункт 414).

Защитные меры, примененные в установке, должны быть учтены при выборе и монтаже оборудования.

Для особых установок см. 410.3.4-410.3.9.

Примечание - В электрических установках самой широко применяемой защитной мерой является автоматическое отключение питания.

**410.3.4** Для специальных установок или размещений должны быть применены особые защитные меры в соответствии с частью 7 из комплекса МЭК 60364.

**410.3.5** Защитные меры, указанные в Приложении В, то есть использование барьеров и размещение вне зоны досягаемости, должны быть использованы только в установках, доступных для:

- квалифицированных или обученных лиц, или
- лиц под наблюдением квалифицированных или обученных лиц.

**410.3.6** Защитные меры, указанные в Приложении С, то есть:

- непроводящее размещение;
- местное уравнивание потенциалов, не связанное с землей,
- электрическое разделение для питания более чем одного электроприемника; могут быть применены только, когда установка находится под наблюдением квалифицированных или обученных лиц так, чтобы неразрешенные изменения не могли быть сделаны.

**410.3.7** Если не могут быть удовлетворены определенные условия защитной меры, должны быть применены дополнительные меры предосторожности так, чтобы защитные меры предосторожности совместно достигли той же самой степени безопасности.

Примечание - Пример применения этого правила дан в 411.7.

**410.3.8** Различные защитные меры, примененные к одной и той же установке или части установки, или в пределах оборудования, не должны иметь никакого влияния друг на друга так, чтобы повреждение одной защитной меры могло ухудшить другие защитные меры.

**410.3.9** Мерой предосторожности защиты при повреждении (защиты от косвенного прикосновения) можно пренебречь для следующего оборудования:

- металлических оснований изоляторов воздушной линии, которые прикреплены к зданию и размещены вне зоны досягаемости рукой;
- железобетонные опоры воздушных линий, в которых не доступна стальная арматура;
- открытые проводящие части, которые, вследствие их уменьшенных размеров (приблизительно 50 мм<sup>х</sup> 50 мм) или их размещения, не могут быть захвачены или войти в существенный контакт с частью человеческого тела и при условии, что соединение с защитным проводником можно выполнить только с затруднением или оно будет ненадежно.

Примечание 1 - Это исключение применяется, например, к болтам, заклепкам, фирменным пластинкам и зажимам для крепления кабеля.

Примечание 2 - В США все открытые проводящие части присоединяют к защитному проводнику.

- металлические трубы или другие металлические оболочки, защищающие оборудование в соответствии с пунктом 412.

## **411 Защитная мера: автоматическое отключение питания**

### **411.1 Обще положения**

Автоматическое отключение питания представляет собой защитную меру, в которой:

- основную защиту обеспечивают посредством основной изоляции токоведущих частей или посредством ограждений или оболочек в соответствии с приложением А, и

- защиту при повреждении обеспечивают посредством защитного уравнивания потенциалов и автоматического отключения в случае повреждения в соответствии с 411.3-411.6.

Примечание 1 - В тех случаях, когда применяют эту защитную меру, оборудование класса II также может быть использовано.

В тех случаях, когда определено, дополнительную защиту обеспечивают посредством защитного устройства дифференциального тока (УДТ) с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 30 мА, в соответствии с 415.1.

Примечание 2 - Мониторы дифференциального тока (МДТ) не являются защитными устройствами, но они могут быть использованы в электрических установках для контроля дифференциальных токов. МДТ производят звуковой или звуковой и визуальный сигнал, когда превышено заранее выбранное значение дифференциального тока.

### **411.2 Требования для основной защиты**

Все электрическое оборудование должно соответствовать одной из мер предосторожности для основной защиты (защиты от прямого прикосновения), описанной в приложении А или, где соответствует, в приложении В.

### **411.3 Требования для защиты при повреждении**

#### **411.3.1 Защитное заземление и защитное уравнивание потенциалов**

##### **411.3.1.1 Защитное заземление**

Открытые проводящие части должны быть присоединены к защитному проводнику в соответствии с особыми условиями для каждого типа заземления системы, как определено в п 411.4-411.6.

Одновременно доступные открытые проводящие части должны быть присоединены к одной и той же системе заземления индивидуально, в группах или все вместе.

Проводники для защитного заземления должны соответствовать стандарту МЭК 60364-5-54.

Каждая цепь должна иметь соответствующий требованиям защитный проводник, присоединенный к уместному заземляющему зажиму.

#### **411.3.1.2 Защитное уравнивание потенциалов**

В каждом здании заземляющий проводник, главный заземляющий зажим и следующие проводящие части должны быть присоединены к защитному уравниванию потенциалов:

- металлические трубы снабжающих коммуникаций в здании, например, газа, воды;
- строительные сторонние проводящие части, если доступны при нормальном использовании, металлические системы центрального отопления и кондиционирования воздуха;
- металлическая арматура строительного железобетона, если разумно осуществимо.

В тех случаях, когда такие проводящие части берут начало вне здания, они должны быть присоединены так близко к их точке входа в пределы здания, как практически выполнимо.

Проводники для защитного уравнивания потенциалов должны соответствовать стандарту МЭК 60364\_5\_54.

Любая металлическая оболочка телекоммуникационных кабелей должна быть присоединена к защитному уравниванию потенциалов, учитывая требования владельцев или операторов этих кабелей.

#### **411.3.2 Автоматическое отключение в случае повреждения**

**411.3.2.1** Кроме тех случаев, когда предусмотрено п.411.3.2.5 и 411.3.2.6, защитное устройство должно автоматически прервать питание к линейному проводнику цепи или оборудования в случае повреждения с ничтожным полным сопротивлением между линейным проводником и открытой проводящей частью или защитным проводником в цепи или оборудовании в течение времени отключения, требуемого в п.411.3.2.2, 411.3.2.3 или 411.3.2.4.

Примечание 1 - Более высокие значения времени отключения, чем требуемые в этом подпункте, могут быть допущены в системах для распределения электроэнергии населению, производства электроэнергии и передачи для таких систем.

Примечание 2 - Более низкие значения времени отключения могут быть потребованы для специальных установок или размещений согласно уместной части 7 комплекса МЭК 60364.

Примечание 3 - Для систем ИТ, автоматическое отключение обычно не требуют при возникновении первого повреждения (см. п.411.6.1). Для требований для отключения после первого повреждения см. п.411.6.4.

Примечание 4 - В Бельгии п.411.3.2.3 не применяют. Бельгийские Правила Электропроводок (AREI-RGIE) не определяют различий во времени автоматического отключения между распределительными цепями и конечными цепями.

Примечание 5 - В Норвегии для установки, составляющей часть системы ИТ и питаемой от общественной сети, требуют автоматическое отключение при первом повреждении.

**411.3.2.2** Максимальное время отключения, установленное в таблице 41.1, следует применять для конечных цепей, не превышающих 32 А.

**Таблица 41.1 - Максимальное время отключения**

Система	$50 \text{ В} < U_o \leq 120 \text{ В}$ с		$120 \text{ В} < U_o \leq 230 \text{ В}$ с		$230 \text{ В} < U_o \leq 400 \text{ В}$ с		$U_o > 400 \text{ В}$ с	
	пер. ток	пост. ток	пер. ток	пост. ток	пер. ток	пост. ток	пер. ток	пост. ток
TN	0,8	Примечание 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	Примечание 1	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

В тех случаях, когда в системах TT отключение выполняют устройством защиты от сверхтока и защитное уравнивание потенциалов соединено со всеми сторонними проводящими частями в пределах установки, может быть использовано максимальное время отключения, применимое к системам TN.

$U_o$  - номинальное напряжение переменного или постоянного тока линии относительно земли.

Примечание 1 - Отключение может потребоваться по причинам иным, чем защита от поражения электрическим током.

Примечание 2 - В тех случаях, когда отключение обеспечивают УДТ, см. примечание к п.411.4.4, примечание 4 к п.411.5.3 и примечание к п.411.6.4 б).

Примечание 3 - В Бельгии, последнюю колонку  $U_o > 400 \text{ В}$  не применяют. Выше 400 В применяют Бельгийскую безопасную кривую как дано в Бельгийских Правилах Электропроводок.

Примечание 4 - В Нидерландах максимальное время отключения, установленное в таблице 41.1, применяют ко всем цепям, не превышающим 32 А, и всем цепям, питающим штепсельные розетки.

Примечание 5 - В Китае максимальное время отключения, установленное в таблице 41.1, применяют к конечным цепям, которые питают переносное оборудование или портативное оборудование.

**411.3.2.3** В системах TN время отключения, не превышающее 5 с, разрешают для распределительных цепей и для цепей, не охваченных п.411.3.2.2.

**411.3.2.4** В системах TT время отключения, не превышающее 1 с, разрешают для распределительных цепей и для цепей, не охваченных п.411.3.2.2.

**411.3.2.5** Для систем с номинальным напряжением  $U_o$  более, чем 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока, не требуют автоматическое отключение во время, требуемое

п.411.3.2.2, 411.3.2.3 или 411.3.2.4, какое подходящее, если в случае повреждения на защитный проводник или землю, выходное напряжение источника питания понижается не более чем за 5 с до 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока или меньше. В таких случаях рассмотрение должно быть отдано отключению как требуемому по причинам иным, чем поражение электрическим током. In such cases consideration shall be given to disconnection as required for reasons other than electric shock

**411.3.2.6** Если автоматическое отключение согласно п.411.3.2.1 не может быть достигнуто во время, требуемое п.411.3.2.2, 411.3.2.3, или 411.3.2.4, какое подходящее, должно быть обеспечено дополнительное защитное уравнивание потенциалов в соответствии с п.415.2.

### **411.3.3 Дополнительная защита**

В системах переменного тока дополнительная защита посредством защитного устройства дифференциального тока (УДТ) в соответствии с п.415.1 должна быть предусмотрена для:

- штепсельных розеток с номинальным током, не превышающим 20 А, которые используют обычные лица и которые предназначены для общего применения; и

Примечание 1 - Исключение может быть сделано для:

- штепсельных розеток для использования под наблюдением квалифицированных или обученных лиц, например, в некоторых коммерческих или промышленных помещениях или

- специальной штепсельной розетки, предусмотренной для присоединения отдельной единицы оборудования.

Примечание 2 - В Испании и Ирландии дополнительную защиту предусматривают для штепсельных розеток с номинальным током до 32 А, предназначенных для использования обычными лицами.

Примечание 3 - В Бельгии каждая электрическая установка под наблюдением обычных лиц должна быть защищена посредством УДТ с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 300 мА; для цепей, питающих ванные комнаты, стиральные машины, посудомоечные машины и т. д., является обязательной дополнительная защита посредством УДТ с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 30 мА; вышеупомянутое действительно для электрических установок, сопротивление заземления которых ниже чем 30 Ом; в случае сопротивления заземления выше чем 30 Ом и ниже чем 100 Ом, должны быть предусмотрены дополнительные УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 100 мА. Сопротивление заземления выше чем 100 Ом не разрешается.

Примечание 4 - В Норвегии все коммерческие и промышленные компании охвачены нормами, требующими процедур для проверок и обучения служащих. За исключением зон, открытых для публики, штепсельные розетки в таких размещениях, обычно не рассматривают как штепсельные розетки для общего использования обычных людей. Штепсельные розетки в жилых домах и размещениях BA2 предназначены для общего использования обычными людьми.

Примечание 5 - В Китае УЗО на 30 мА не требуют для штепсельной розетки, питающей оборудование кондиционирования воздуха и установленной в положении, не доступном для людей.

- передвижного оборудования с номинальным током, не превышающим 32 А для использования вне здания.

### **411.4 Системы TN**

411.4.1 В системах TN целостность заземления установки зависит от надежного и

эффективного присоединения PEN или PE проводников к земле. В тех случаях, когда заземление предусмотрено от общественной или другой системы питания, соответствие с необходимыми условиями, внешними к установке, являются ответственностью оператора сети питания.

Примечание 1 - Примеры условий включают:

- PEN-проводник присоединен к земле в нескольких точках и смонтирован таким способом, чтобы минимизировать риск разрыва в PEN-проводнике;

$$R_B / R_E \leq 50 / (U_o - 50)$$

где  $R_B$  - сопротивление всех заземлителей, соединенных параллельно, Ом;

$R_E$  - минимальное контактное сопротивление с землей сторонних проводящих частей, не присоединенных к защитному проводнику, через которые может произойти повреждение между линией и землей, Ом;

$U_o$  - номинальное напряжение переменного тока действующее значение относительно земли, В.

Примечание 2 - В Германии соответствие с условием  $R_B / R_E \leq 50 / (U_o - 50)$  является обязательным для оператора питающей сети.

**411.4.2** Нейтральная точка или средняя точка системы питания должны быть заземлены. Если нейтральной точки или средней точки нет в наличии или они недоступны, то должен быть заземлен линейный проводник.

Открытые проводящие части установки должны быть присоединены посредством защитного проводника к главному заземляющему зажиму установки, который должен быть присоединен к заземленной точке системы питания.

Примечание 1 - Если существуют другие эффективные соединения с землей, рекомендуется, чтобы защитные проводники также были присоединены к таким точками везде, где возможно. Заземление в дополнительных точках, распределенное настолько равномерно насколько возможно, может быть необходимым, чтобы гарантировать, что в случае повреждения потенциалы защитных проводников остаются настолько близко к потенциалу земли, насколько возможно.

В больших зданиях таких, как высотные здания, дополнительное заземление защитных проводников не возможно по практическим причинам. Однако в таких зданиях защитное уравнивание потенциалов между защитными проводниками и сторонними проводящими частями имеет подобную функцию.

Примечание 2 - Рекомендуется, чтобы защитные проводники (PE и PEN) были заземлены там, где они входят в любые здания или помещения, принимая в расчет любые отклоненные нейтральные токи.

**411.4.3** В неподвижных установках единый проводник может использоваться и как защитный проводник, и как нейтральный проводник (PEN-проводник) при условии, что выполняются требования п.543.4 стандарта МЭК 60364\_5\_54. Никакое коммутационное или разъединительное устройство не должно быть включено в PEN-проводник.

Примечание 1 - В Швейцарии главное устройство защиты от сверхтока здания со встроенным устройством разъединения в PEN-проводнике формирует границу раздела между сетью и установкой здания.

Примечание 2 - В Норвегии не позволяют использование PEN-проводника после главного распределительного щита.

**411.4.4** Характеристики защитных устройств (см. п.411.4.5) и полных сопротивлений цепей должны удовлетворять следующему требованию:

$$Z_s \times I_a \leq U_o,$$

где  $Z_s$  - полное сопротивление петли повреждения, включающей в себя источник питания, линейный проводник до точки повреждения защитный проводник между точкой повреждения и источником питания, Ом;

$I_a$  - ток, вызывающий автоматическое оперирование отключающего устройства в пределах времени, определенного в п.411.3.2.2 или 411.3.2.3, А. Когда используют защитное устройство дифференциального тока (УДТ), этот ток является отключающим дифференциальным током, обеспечивающим отключение во время, определенное в п.411.3.2.2 или 411.3.2.3;

$U_o$  - номинальное напряжение переменного или постоянного тока линии относительно земли, В.

Примечание - В тех случаях, когда соответствие с этим подпунктом обеспечивают посредством УДТ, время отключения в соответствии с таблицей 41.1 относят к ожидаемым дифференциальным токам повреждения значительно большим, чем номинальный отключающий дифференциальный ток УДТ (типично  $5 I_{\Delta n}$ ).

**411.4.5** В системах TN для защиты при повреждении (защиты от косвенного прикосновения) могут быть использованы следующие защитные устройства:

- устройства защиты от сверхтока;
- защитные устройства дифференциального тока (УДТ).

Примечание 1 - В тех случаях, когда для защиты при повреждении используют УДТ, цепь должна также быть защищена устройством защиты от сверхтока в соответствии со стандартом МЭК 60364-4-43.

Защитное устройство дифференциального тока (УДТ) не должно быть использовано в системах TN-C.

В тех случаях, когда УДТ используют в системе TN-C-S, PEN-проводник не должен быть использован на стороне нагрузки. Присоединение защитного проводника к PEN-проводнику должно быть выполнено на стороне источника питания УДТ.

Примечание 2 - В тех случаях, когда необходима селективность между УДТ см. п.535.3 стандарта МЭК 60364-5-53.

## **411.5 Система TT**

**411.5.1** Все открытые проводящие части, совместно защищенные посредством одного и того же защитного устройства, должны быть присоединены защитными проводниками к заземлителю, общему для всех этих частей. В тех случаях, когда используют несколько защитных устройств последовательно, это требование применяется отдельно ко всем открытым проводящим частям, защищенным каждым устройством.

Нейтральная точка или средняя точка системы питания должны быть заземлены. Если нейтральной точки или средней точки нет в наличии или они недоступны, то должен быть заземлен линейный проводник.

Примечание - В Нидерландах сопротивление заземлителя должно быть настолько низким насколько осуществимо, но в любом случае не превышающим 166 Ом.

**411.5.2** Обычно в системах ТТ для защиты при повреждении должны быть использованы УДТ. Альтернативно, устройства защиты от сверхтока могут быть использованы для защиты при повреждении при условии, если соответствующим образом постоянно и надежно гарантируют низкое значение  $Z_s$ .

Примечание 1 - В тех случаях, когда для защиты при повреждении используют УЗО, цепь должна также быть защищена устройством защиты от сверхтока в соответствии со стандартом МЭК 60364\_4\_43.

Примечание 2 - Использование защитных устройств, управляемых напряжением повреждения, не охвачено этим стандартом.

Примечание 3 - В Нидерландах в тех случаях, когда систему заземления используют для более чем одной электрической установки, соответствие с п.411.5.3 должно остаться эффективным в случае:

- любого единичного обрыва системы заземления,
- повреждения любого защитного устройства дифференциального тока (УЗО).

**411.5.3** В тех случаях, когда защитное устройство дифференциального тока (УДТ) используют для защиты при повреждении, должны быть выполнены следующие условия:

i) время отключения, как требует п.411.3.2.2 или 411.3.2.4, и

ii)  $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ В}$ ,

где  $R_A$  - сумма сопротивления заземлителя и защитного проводника для открытых проводящих частей, Ом;

$I_{\Delta n}$  - номинальный отключающий дифференциальный ток УДТ.

Примечание 1 - Защита при повреждении в этом случае обеспечивается также, если полное сопротивление повреждения не является пренебрежимо малым.

Примечание 2 - В тех случаях, когда необходима селективность между УДТ см. п.535.3 стандарта МЭК 60364-5-53.

Примечание 3 - В тех случаях, когда не известно  $R_A$ , оно может быть замещено  $Z_s$ .

Примечание 4 - Время отключения в соответствии с таблицей 41.1 имеет отношение к

ожидаемым дифференциальным током повреждения, значительно большим, чем номинальный отключающий дифференциальный ток УДТ (типично  $5 I_{\Delta n}$ ).

**411.5.4** В тех случаях, когда используют устройство защиты от сверхтока, должно быть выполнено следующее условие:

$$Z_S \times I_a \leq U_o,$$

где  $Z_S$  - полное сопротивление петли повреждения, включающей в себя: источник питания, линейный проводник до точки повреждения, защитный проводник открытых проводящих частей, заземляющий проводник, заземлитель установки и заземлитель источника питания, Ом;

$I_a$  - ток, вызывающий автоматическое оперирование отключающего устройства в пределах времени, определенного в п.411.3.2.2 или 411.3.2.4, А;

$U_o$  - номинальное напряжение переменного или постоянного тока линии относительно земли, В.

#### **411.6 Система IT**

**411.6.1** В системах IT токоведущие части должны быть изолированы от земли или присоединены к земле через достаточно большое полное сопротивление. Это соединение может быть выполнено или в нейтральной точке, или средней точке системы, или в искусственной нейтральной точке. Последняя может быть непосредственно присоединена к земле, если результирующее полное сопротивление относительно земли достаточно большое на частоте системы. В тех случаях, когда нет нейтральной точки или средней точки, линейный проводник может быть присоединен к земле через большое полное сопротивление.

В случае единичного повреждения на открытую проводящую часть или на землю ток повреждения тогда низок и автоматическое отключение в соответствии с п.411.3.2 не обязательно обеспечивать, если выполняется условие в п.411.6.2. Однако должны быть приняты меры предосторожности, чтобы избежать риска вредных патофизиологических воздействий на человека при контакте с одновременно доступными открытыми проводящими частями в случае двух повреждений, существующих одновременно.

Примечание 1 - Для снижения перенапряжения или ослабления колебаний напряжения может быть необходимым обеспечить заземление через полные сопротивления или искусственные нейтральные точки, а характеристики их должны быть соответствующими требованиям установки.

Примечание 2 - В Норвегии, где большее количество установок, вероятно, будут иметь гальваническое присоединение к одной и той же распределительной сети, все конечные цепи в установках IT с гальваническим присоединением к общественной распределительной сети IT требуется отключать в пределах времени, определенного для системы TN (см. таблицу 41.1) в случае повреждения с незначительным полным сопротивлением между линейным проводником и открытой проводящей частью или защитным проводником в цепи или оборудовании.

**411.6.2** Открытые проводящие части должны быть заземлены индивидуально, в группах, или все вместе.

Следующее условие должно быть выполнено:

- в системах переменного тока  $R_A \times I_d \leq 50 \text{ В}$ ,

- в системах постоянного тока  $R_A \times I_d \leq 120 \text{ В}$ ,

где  $R_A$  - сумма сопротивления заземлителя и защитного проводника для открытых проводящих частей, Ом;

$I_d$  - ток повреждения первого повреждения с незначительным полным сопротивлением между линейным проводником и открытой проводящей частью, А. Значение  $I_d$  принимает в расчет токи утечки и суммарное полное сопротивление заземления электрической установки.

**411.6.3** В системах IT могут быть использованы следующие контролирующие устройства и защитные устройства:

- устройства контроля изоляции (УКИ);
- устройства контроля дифференциального тока (МДТ);
- системы определения места повреждения изоляции;
- устройства защиты от сверхтока;
- защитные устройства дифференциального тока (УДТ).

Примечание - В тех случаях, когда используют устройства, управляемые дифференциальным током (УДТ), не может быть исключено расцепление УДТ в случае первого повреждения из-за емкостных токов утечки.

**411.6.3.1** В случаях, когда систему IT используют по причинам бесперебойности питания, должно быть предусмотрено устройство контроля изоляции для указания возникновения первого повреждения токоведущей части на открытые проводящие части или на землю. Это устройство должно инициировать звуковой и (или) визуальный сигнал, который должен продолжаться до тех пор пока существует повреждение.

Если имеются и звуковой и визуальный сигналы, допустимо отменить звуковой сигнал.

Примечание 1 - Рекомендуется, чтобы первое повреждение было устранено с самой короткой, практически выполнимой задержкой.

Примечание 2 - В Нидерландах для питающей системы IT, используемой по причинам бесперебойности питания, и там, где система присоединена к земле через полное сопротивление (см. п.411.6.1), для контроля системы вместо УКИ может быть предусмотрен МДТ.

**411.6.3.2** Кроме тех случаев, когда защитное устройство установлено для прерывания питания в случае первого повреждения на землю, могут быть предусмотрены МДТ или система определения места повреждения изоляции, чтобы указать возникновение первого повреждения токоведущей части на открытые проводящие части или на землю. Это устройство должно инициировать звуковой и (или) визуальный сигнал, который должен продолжаться до тех пор, пока существует повреждение.

Если есть и звуковой, и визуальный сигналы допустимо отменить звуковой сигнал, но визуальная тревога должна продолжаться до тех пор, пока существует повреждение.

Примечание - Рекомендуется, чтобы первое повреждение было устранено с самой

короткой, практически выполнимой задержкой.

**411.6.4** После возникновения первого повреждения условия для автоматического отключения питания в случае второго повреждения, происходящего на другом токоведущем проводнике, должны быть следующие:

а) В тех случаях, когда открытые проводящие части соединены все вместе посредством защитного проводника и заземлены одной и той же системой заземления, применяются условия, подобные системе TN, и следующие условия должны быть выполнены тех случаях, когда в системах переменного тока не распределен нейтральный проводник, а в системах постоянного тока в тех случаях, когда не распределен средний проводник:

$$2I_a Z_s \leq U,$$

или так, где нейтральный проводник или средний проводник соответственно распределен:

$$2I_a Z'_s \leq U_o,$$

где  $U_o$  - номинальное напряжение переменного тока или постоянного тока между линейным проводником и нейтральным проводником или средним проводником, какой подходящий, В;

$U$  - номинальное напряжение переменного тока или постоянного тока между линейными проводниками, В;

$Z_s$  - полное сопротивление петли повреждения, включающей в себя линейный проводник и защитный проводник цепи, Ом;

$Z'_s$  - полное сопротивление петли повреждения, включающей нейтральный проводник и защитный проводник цепи, Ом;

$I_a$  - ток, вызывающий оперирование защитного устройства в пределах времени, требуемого в п.411.3.2.2 для систем TN или п.411.3.2.3, А.

Примечание 1 - Время, установленное в таблице 41.1 из п.411.3.2.2 для системы TN, применяют к системам IT с распределенным или нераспределенным нейтральным проводником или средним проводником.

Примечание 2 - Коэффициент 2 в обеих формулах учитывает, что в случае одновременного возникновения двух повреждений, повреждения могут быть в разных цепях.

Примечание 3 - Для полного сопротивления петли повреждения должен быть принят в расчет самый тяжелый случай, например, повреждение на линейном проводнике в источнике питания и одновременно другое повреждение на нейтральном проводнике электроприемника рассматриваемой цепи.

б) В тех случаях, когда открытые проводящие части заземлены в группах или индивидуально, применяется следующее условие:

$$R_A \times I_a \leq 50 \text{ В},$$

где  $R_A$  - сумма сопротивлений заземлителя и защитного проводника к открытым проводящим частям,

$I_a$  - ток, вызывающий автоматическое отключение отключающего устройства во время, соответствующее времени для систем ТТ в таблице 41.1 из п.411.3.2.2 или во время, соответствующее п.411.3.2.4.

Примечание 4 - Если соответствие требованиям б) обеспечено защитным устройством дифференциального тока (УДТ), соответствие с временем отключения, требуемым для систем ТТ в таблице 41.1, может требовать дифференциальных токов, значительно больших, чем номинальный отключающий дифференциальный ток  $I_{\Delta n}$  примененного УДТ (типично  $5 I_{\Delta n}$ ).

## **411.7 Функциональное сверхнизкое напряжение (ФСНН)**

### **411.7.1 Общие положения**

В тех случаях, когда по функциональным причинам используют номинальное напряжение, не превышающее 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока, но не выполняют все требования пункта 414, относящегося к БСНН или ЗСНН, и в тех случаях, когда БСНН или ЗСНН не являются необходимыми, должны быть использованы дополнительные меры предосторожности, описанные в п.411.7.2 и 411.7.3, чтобы гарантировать основную защиту и защиту при повреждении. Эта комбинация мер предосторожности известна в качестве ФСНН.

Примечание - Такие условия могут, например, встретиться, когда цепь содержит в себе оборудование (такое, как трансформаторы, реле, выключатели с дистанционным управлением, контакторы) недостаточно изолированное относительно цепей с более высоким напряжением.

### **411.7.2 Требования для основной защиты**

Основная защита должна быть обеспечена посредством:

- или основной изоляцией, соответствующей номинальному напряжению первичной цепи источника питания, согласно п.А.1;
- или ограждениями или оболочками в соответствии с п.А.2.

### **411.7.3 Требования для защиты при повреждении**

Открытые проводящие части оборудования цепи ФСНН должны быть присоединены к защитному проводнику первичной цепи источника питания, при условии, если первичная цепь подлежит защите посредством автоматического отключения питания, описанным в п.411.3-411.6.

### **411.7.4 Источники питания**

Источник питания системы ФСНН должен быть или трансформатором, по крайней мере, с простым разделением между обмотками, или должен соответствовать п.414.3.

Примечание - Если систему питают от системы с более высоким напряжением посредством оборудования, которое не обеспечивает, по крайней мере, простое разделение между этой системой и системой ФСНН, такое, как автотрансформаторы, потенциомеры, полупроводниковые устройства, и т. д., то выходную цепь считают продолжением входной цепи и она должна быть защищена посредством защитной меры, применяемой во входной

цепи.

#### **411.7.5 Штепсельные вилки и штепсельные розетки**

Штепсельные вилки и штепсельные розетки для систем ФСНН должны соответствовать всем следующим требованиям:

- штепсельные вилки не должны быть способными к введению в штепсельные розетки других систем напряжения,
- штепсельные розетки не должны допускать штепсельные вилки других систем напряжения, и
- штепсельные розетки должны иметь контакт защитного проводника.

#### **412 Защитная мера: двойная или усиленная изоляция**

##### **412.1 Общие положения**

**412.1.1** Двойная или усиленная изоляция является защитной мерой, в которой:

- основную защиту обеспечивают основной изоляцией, а защиту при повреждении обеспечивают дополнительной изоляцией, или

- основную защиту и защиту при повреждении обеспечивают усиленной изоляцией между токоведущими частями и доступными частями.

Примечание. Эту защитную меру предназначают предотвращать появление опасного напряжения на доступных частях электрического оборудования из-за повреждения в основной изоляции.

**412.1.2** Защитная мера посредством двойной или усиленной изоляцией является применимой во всех ситуациях, за исключением некоторых ограничений, заданных в соответствующей части 7 комплекса МЭК 60364.

**412.1.3** В тех случаях, когда эту защитную меру используют в качестве единственной защитной меры (то есть где целая установка или цепь предназначены полностью состоять из оборудования с двойной изоляцией или усиленной изоляцией), должно быть проверено, что рассматриваемая установка или цепь будут под эффективным наблюдением при нормальном использовании так, что не будет сделано никакое изменение, которое ослабило бы эффективность защитной меры. Эту защитную меру не следует применять в любой цепи, которая включает в себя штепсельную розетку или в тех случаях, когда пользователь может изменить изделия оборудования без разрешения.

##### **412.2 Требования для основной защиты и защиты при повреждении**

###### **412.2.1 Электрическое оборудование**

В тех случаях, когда используют защитную меру, использующую двойную или усиленную изоляцию, для полной установки или части установки, электрическое оборудование должно соответствовать одному из следующих подпунктов:

- 412.2.1.1; или

- 412.2.1.2 и 412.2.2; или


- 412.2.1.3 и 412.2.2.

**412.2.1.1** Электрическое оборудование должно быть следующих типов, а тип испытаны и маркированы по уместным стандартам:

- электрическое оборудование, имеющее двойную или усиленную изоляцию (оборудование класса II);


- электрическое оборудование, заявленное в уместном стандарте на изделие как эквивалентное классу II такое, как сборки электрического оборудования, имеющие сплошную изоляцию (см. стандарт МЭК 60439-1).



Примечание - Это оборудование идентифицируют символом  ссылка МЭК 60417-5172 (DB<sup>2</sup>:2002-10): оборудование класса II.


**412.2.1.2** Электрическое оборудование, имеющее только основную изоляцию, в процессе монтажа электрической установки должно получить дополнительную изоляцию, обеспечивающую степени безопасности, эквивалентную электрическому оборудованию согласно п.412.2.1.1, и соответствующую п.412.2.2.1 - 412.2.2.3.



Примечание - Символ  должен быть закреплен в видимом положении на внешней стороне и внутренней стороне оболочки. См. МЭК 60417-5019 (DB: 2002-10): Защитное заземление (земля).

**412.2.1.3** Электрическое оборудование, имеющее неизолированные токоведущие части, в процессе монтажа электрической установки должно получить усиленную изоляцию, обеспечивающую степени безопасности, эквивалентную электрическому оборудованию согласно п.412.2.1.1, и соответствующую п.412.2.2.2 и 412.2.2.3; такая изоляция признается только там, где конструкционные особенности препятствуют применению двойной изоляции.



Примечание - Символ  должен быть закреплен в видимом положении на внешней и внутренней поверхности оболочки. См. МЭК 60417-5019 (DB: 2002-10): Защитное заземление (земля).

## 412.2.2 Оболочки

**412.2.2.1** Электрическое оборудование, подготовленное к оперированию, все проводящие части, отделенные от токоведущих частей только основной изоляцией, должно быть помещено в изоляционную оболочку, предоставляющую степень защиты, по крайней мере, IPXXB или IP2X.

**412.2.2.2** Следующие требования применяются как определено:

- изолирующая оболочка не должна пересекаться проводящими частями вероятно передающим потенциал; и

- изолирующая оболочка не должна содержать никаких винтов или других средств установки из изоляционного материала, которые могут нуждаться в удалении, или возможно будут удалены, в течение монтажа и обслуживания и чья замена металлическими винтами или другими средствами крепления могла повредить изоляции оболочки.

Там, где изолирующая оболочка должна быть пересечена механическими соединениями или соединениями (например, для ручек управления встроенного аппарата), они должны быть устроены таким способом, чтобы не повредить защите от поражения электрическим током в случае повреждения.

**412.2.2.3** Там, где крышки или двери в изолирующей оболочке могут быть открыты без использования инструмента или ключа, все проводящие части, которые являются доступными, если открыта крышка или дверь, должны быть расположены позади изолирующего ограждения (обеспечивающего степень защиты не меньше, чем IPXXB или IP2X) препятствующего людям неумышленно входить в контакт с этими проводящими частями. Это изолирующее ограждение должно удаляться только при помощи инструмента или ключа.

**412.2.2.4** Проводящие части, помещенные в изолирующую оболочку, не должны быть присоединены к защитному проводнику. Однако для соединительных защитных проводников которые обязательно пронизывают оболочку, чтобы обслужить другие изделия электрического оборудования, цепь питания которого также пронизывает оболочку, может быть выполнена мера предосторожности. В оболочке должны быть изолированы любые такие проводники и их зажимы, как если бы они были токоведущими частями, и их зажимы должны быть маркированы как зажимы PE.

Открытые проводящие части и промежуточные части не должны быть присоединены к защитному проводнику, за исключением специальной меры предосторожности для этого сделанной в технических условиях для рассматриваемого оборудования.

**412.2.2.5** Оболочка не должна неблагоприятно воздействовать на оперирование оборудования, защищенного таким образом.

### **412.2.3 Монтаж**

**412.2.3.1** Монтаж оборудования, упомянутого в п.412.2.1 (крепление, соединение проводников, и т.д.) должен быть произведен таким способом, чтобы не ухудшать защиту, предоставленную в соответствии с техническими условиями оборудования.

**412.2.3.2** За исключением тех случаев, когда применяется п.412.1.3, цепь, питающая изделия оборудования класса II, должна иметь защитный проводник цепи проложенный до и оканчивающийся в каждой точке в электропроводки и в каждом электроустановочном изделии.

Примечание - Это требование предназначено принять в расчет замену пользователем оборудования класса II оборудованием класса I.

### **412.2.4 Электропроводки**

**412.2.4.1** Электропроводки, смонтированные в соответствии со стандартом МЭК 60364-5-52, рассматривают удовлетворяющими требованиям п.412.2, если:

- номинальное напряжение электропроводки будет не менее чем номинальное напряжение системы и, по крайней мере, 300/500 В, и

- обеспечивается адекватная механическая защита основной изоляции посредством

одного или более следующих способов:

a) неметаллической оболочкой кабеля, или

b) неметаллическим коробом или каналом, соответствующим комплексу МЭК 61084, или неметаллической трубой, соответствующей или комплексу МЭК 60614, или комплексу МЭК 61386.

Примечание 1 - Стандарты на кабельную продукцию не определяют импульсную выдерживаемую способность, однако считается, что изоляция кабельной системы, по крайней мере, эквивалентна требованию в стандарте МЭК 61140 для усиленной изоляции.

Примечание 2 - Такая электропроводка не должна быть идентифицирована ни символом



МЭК 60417-5172 (DB:2002-10), ни символом (DB:2002-10).



МЭК 60417-5019

Примечание 3 - В Италии электропроводки, смонтированные в соответствии со стандартом МЭК 60364-5-52 в электрических системах с номинальными напряжениями не выше чем 690 В, рассматривают удовлетворяющими требованиям п.412.2, если используются следующие кабели или изолированные проводники:

- кабели с неметаллической оболочкой, имеющие номинальное напряжение один шаг выше, чем номинальное напряжение системы; или

- изолированные проводники, смонтированные в изолирующих трубах или изолирующих коробах, соответствующих уместным стандартам; или

- кабели, обеспеченные металлической оболочкой, имеющие между проводниками и металлической оболочкой и между этой металлической оболочкой и внешней поверхностью изоляцию, достаточную для номинального напряжения электрической системы.

## **413 Защитная мера: электрическое разделение**

### **413.1 Общие положения**

413.1.1 Электрическое разделение представляет собой защитную меру, в которой:

- основную защиту обеспечивают посредством основной изоляции токоведущих частей или посредством ограждений и оболочек в соответствии с приложением А, и

- защиту при повреждении обеспечивают посредством простого разделения отделенной цепи от других цепей и от земли.

**413.1.2** Кроме тех случаев, когда разрешено п.413.1.3, эта защитная мера должна быть ограничена питанием одного изделия электроприемника, питаемого от одного незаземленного источника питания с простым разделением.

Примечание - Когда используют эту защитную меру особенно важно гарантировать соответствие основной изоляции стандарту на изделие.

413.1.3 В тех случаях, когда от незаземленного источника питания с простым разделением

питают более чем одно изделие электроприемника, должны удовлетворяться требования п.С.3.

#### **413.2 Требования для основной защиты**

Все электрическое оборудование должно подчиняться одной из мер предосторожности основной защиты в приложении А или защитной мере в п.412.

#### **413.3 Требования для защиты при повреждении**

**413.3.1** Защита электрическим разделением должна быть обеспечена посредством соответствия с п.413.3.2 - 413.3.6.

**413.3.2** Отделенную цепь следует питать от источника питания, по крайней мере, с простым разделением, а напряжение отделенной цепи не должно превышать 500 В.

**413.3.3** Токоведущие части отделенной цепи не должны быть присоединены ни одной точкой к другой цепи или к земле, или к защитному проводнику.

Чтобы гарантировать электрическое разделение, расположения должны быть такими, чтобы между цепями достигалась основная изоляция.

**413.3.4** Гибкие кабели и шнуры должны быть видимы повсюду на любой части их длины, подверженной механическому повреждению.

**413.3.5** Для отделенных цепей рекомендуется использование отдельных электропроводок. Если отделенные цепи и другие цепи находятся в одной и той же электропроводке, многожильные кабели без металлической оболочки, изолированные проводники в изолирующих трубах, изолированные каналы или изолированные короба должны быть использованы при условии, если:

- номинальное напряжение не менее, чем самое высокое номинальное напряжение, и
- каждая цепь защищена от сверхтока.

**413.3.6** Открытые проводящие части отделенной цепи не должны быть присоединены ни к защитному проводнику, ни к открытым проводящим частям других цепей, ни к земле.

Примечание - Если открытые проводящие части отделенной цепи могут или преднамеренно, или случайно войти в контакт с открытыми проводящими частями других цепей, защита от поражения электрическим током уже не зависит исключительно от защиты посредством электрического разделения, но защитные меры предосторожности, к которому последние открытые проводящие части являются предметом.

#### **414 Защитная мера: сверхнизкое напряжение, обеспечиваемое БСНН и ЗСНН**

##### **414.1 Общие положения**

**414.1.1** Защита посредством сверхнизкого напряжения представляет собой защитную меру, которая состоит из любой из двух различных систем сверхнизкого напряжения:

- БСНН; или
- ЗСНН.

Эта защитная мера требует:

- ограничения напряжения в системе БСНН или ЗСНН верхним пределом напряжения

диапазона I, 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока (см. стандарт МЭК 60449), и

- защитного разделения системы БСНН или ЗСНН от всех цепей, кроме цепей БСНН и ЗСНН, и основной изоляции между системой БСНН или ЗСНН и другими системами БСНН или ЗСНН, и

- основную изоляцию между системой БСНН и землей (только для систем БСНН).

**414.1.2** Использование БСНН или ЗСНН согласно п.414 рассматривают в качестве защитной меры во всех ситуациях.

Примечание - В определенных случаях стандарты части 7 комплекса МЭК 60364 ограничивают значение сверхнизкого напряжения значением ниже, чем 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока.

#### **414.2 Требования для основной защиты и защиты при повреждении**

Как считается, основную защиту и защиту при повреждении обеспечивают, когда:

- номинальное напряжение не может превысить верхний предел напряжения диапазона I;
- питание осуществляется от одного из источников питания, перечисленных в п.414.3; и
- выполняются условия п.414.4.

Примечание 1 - Если систему питают от системы с более высоким напряжением посредством оборудования, которое обеспечивает, по крайней мере, простое разделение между этой системой и системой сверхнизкого напряжения, но которое не удовлетворяет требованиям для источников питания БСНН и ЗСНН в п.414.3, могут быть применимыми требования для FELV, см. п.411.7.

Примечание 2 - Напряжения постоянного тока для цепей сверхнизкого напряжения, генерируемых полупроводниковым преобразователем (см. стандарт МЭК 60146-2), требует внутренней цепи напряжения переменного тока для питания выпрямителя. Это внутреннее напряжение переменного тока превышает напряжение постоянного тока по материальным причинам. Эту внутреннюю цепь переменного тока не рассматривают как цепь более высокого напряжения в рамках содержания этого пункта. Между внутренними цепями и внешними цепями более высокого напряжения требуется защитное разделение.

Примечание 3 - В системах постоянного тока с батареями, напряжение зарядки аккумуляторной батареи и напряжение холостого хода превышает номинальное напряжение батареи, в зависимости от типа батареи. Это не требует никаких защитных мер предосторожности в дополнение к тем, которые определены в этом пункте. Напряжение зарядки не должно превышать максимальное значение 75 В переменного тока или 150 В постоянного тока как подходящего в соответствии с внешней ситуации как дано в таблице 1 из стандарта МЭК 61201:1992.

#### **414.3 Источники питания для БСНН и ЗСНН**

Следующие источники могут быть использованы для систем ЗСНН и БСНН:

**414.3.1** Безопасный разделительный трансформатор в соответствии со стандартом МЭК 61558-2-6.

**414.3.2** Источник тока, обеспечивающий степень безопасности, эквивалентную степени безопасности разделительного трансформатора, определенного в п.414.3.1 (например, двигатель-генератор с обмотками, обеспечивающими эквивалентное разделение).

**414.3.3** Электрохимический источник питания (например, батарея) или другой источник питания, независимый от цепи более высокого напряжения (например, генератор с дизельным приводом).

**414.3.4** Определенные электронные устройства, соответствующие уместным стандартам, где были предприняты меры предосторожности для того, чтобы гарантировать, что даже в случае внутреннего повреждения напряжение на выходных выводах не может превысить значения, определенные в п.414.1.1. Однако разрешаются более высокие напряжения на выходных выводах, если гарантировано, что в случае контакта с токоведущей частью или в случае повреждения между токоведущей частью и открытой проводящей частью напряжение на выходных выводах немедленно понизится до тех значений или меньше.

Примечание 1 - Примеры таких устройств включают в себя оборудование для испытания изоляции и контролирующие устройства.

Примечание 2 - В тех случаях, когда на выходных выводах возникают более высокие напряжения, соответствие с этим пунктом может быть допущено, если напряжение на выходных выводах находится в рамках пределов, определенных в п.414.1.1, когда измерено вольтметром, имеющим внутреннее сопротивление, по крайней мере, 3 000 Ом.

**414.3.5** Передвижные источники питания, питающиеся низким напряжением, например, безопасные разделительные трансформаторы или двигатель-генераторы, должны быть выбраны или смонтированы в соответствии с требованиями для защиты посредством двойной или усиленной изоляции (см. п.412).

#### **414.4 Требования для цепей БСНН и ЗСНН**

##### **414.4.1** Цепи БСНН и ЗСНН должны иметь

- основную изоляцию между токоведущими частями и другим цепями БСНН или ЗСНН, и
- защитное разделение от токоведущих частей цепей, не являющихся БСНН или ЗСНН, обеспеченное двойной или усиленной изоляцией, или основной изоляцией и защитным экранированием для самого высокого напряжения, имеющего место.

Цепи БСНН должны иметь основную изоляцию между токоведущими частями и землей.

Цепи ЗСНН и/или открытые проводящие части оборудования, питаемого цепями ЗСНН, могут быть заземлены.

Примечание 1 - В частности, необходимо защитное разделение между токоведущими частями электрического оборудования такого, как реле, контакторы, вспомогательные выключатели, и любой частью цепи более высокого напряжения или цепи FELV.

Примечание 2 - Заземление цепей ЗСНН может быть достигнуто посредством присоединения к земле или к заземленному защитному проводнику в пределах самого источника питания.

**414.4.2** Защитное разделение электропроводок цепей БСНН и ЗСНН от токоведущих частей других цепей, которые имеют, по крайней мере, основную изоляцию, может быть достигнуто посредством одного из следующих мероприятий:

- в дополнение к основной изоляции проводники цепи БСНН и ЗСНН должны быть заключены в неметаллической оболочке или изолирующей оболочке;
- проводники цепи БСНН и ЗСНН должны быть отделены от проводников цепей с

напряжениями, более высокими, чем напряжение диапазона I, посредством заземленной металлической оболочки или заземленного металлического экрана;

- проводники цепи с напряжениями, более высокими, чем напряжение диапазона I, могут находиться в многожильном кабеле или другой группе проводников, если проводники БСНН и ЗСНН изолированы для самого высокого напряжения, имеющего место;

- электропроводки других цепей находятся в соответствии с п.412.2.4.1;

- физического разделения.

**414.4.3** Штепсельные вилки и штепсельные розетки в системах БСНН и ЗСНН должны соответствовать следующим требованиям:

- штепсельные вилки не должны быть способны войти в штепсельные розетки других систем напряжения;

- штепсельные розетки не должны допускать штепсельные вилки других систем напряжения;

- штепсельные вилки и штепсельные розетки в системах БСНН не должны иметь контакт защитного проводника.

**414.4.4** Открытые проводящие части цепей БСНН не должны быть присоединены к земле или к защитным проводникам, или к открытым проводящим частям другой цепи.

Примечание - Если открытые проводящие части цепей БСНН могут или случайно, или преднамеренно войти в контакт, с открытыми проводящими частями других цепей, защита от поражения электрическим током уже не зависит исключительно от защиты посредством БСНН, но также и от защитных мер предосторожности, которым последние открытые проводящие части подчинены.

**414.4.5** Если номинальное напряжение превышает 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока или, если оборудование должно быть погружено в воду, то основная защита должна быть обеспечена для цепей БСНН и ЗСНН посредством:

- изоляции в соответствии с п.А.1, или

- ограждении или оболочек в соответствии с п.А.2.

Основная защита обычно является ненужной в нормальных сухих условиях для

- цепей БСНН в тех случаях, когда номинальное напряжение не превышает 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока;

- цепей ЗСНН в тех случаях, когда номинальное напряжение не превышает 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока и открытые проводящие части и/или токоведущие части присоединены защитным проводником к главному заземляющему зажиму.

Во всех других случаях основная защита не требуется, если номинальное напряжение системы БСНН или ЗСНН не превышает 12 В переменного тока или 30 В постоянного тока.

#### **415** Дополнительная защита

Примечание - Дополнительная защита может быть определена с защитной мерой для

определенных условий внешнего воздействия и в определенных специальных размещениях (см. соответствующую часть 7 из стандарта МЭК 60364).

#### **415.1 Дополнительная защита: защитные устройства дифференциального тока (УДТ)**

**415.1.1** Использование УДТ с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 30 мА, в системах переменного тока признают в качестве дополнительной защиты в случае повреждения меры предосторожности для основной защиты и (или) меры предосторожности для защиты при повреждении, или неосторожности пользователей.

Примечание - В Венгрии УДТ с номинальным отключающим током, не превышающим 100 мА, могут быть использованы в качестве дополнительной защиты в установках, расположенных снаружи.

**415.1.2** Использование таких устройств не признают в качестве единственного средства защиты и не устраняет потребность применить одну из защитных мер, определенных от п.411 до п.414.

#### **415.2 Дополнительная защита: дополнительное защитное уравнивание потенциалов**

Примечание 1 - Дополнительное защитное уравнивание потенциалов рассматривают в качестве дополнения к защите при повреждении.

Примечание 2 - Использование дополнительного защитного уравнивания потенциалов не исключает необходимость отключать питание по другим причинам, например, защита от возгорания, тепловые напряжения в оборудовании, и т.д.

Примечание 3 - Дополнительное защитное уравнивание потенциалов может затрагивать всю установку, часть установки, изделие аппаратуры, или размещение.

Примечание 4 - Дополнительные требования могут быть необходимыми для специальных размещений (см. соответствующую часть 7 комплекса МЭК 60364) или по другим причинам.

**415.2.1** Дополнительное защитное уравнивание потенциалов должно включать все одновременно доступные открытые проводящие части неподвижно установленного оборудования и сторонние проводящие части, включая там, где возможно главную металлическую арматуру строительного железобетона. Система уравнивания потенциалов должна быть присоединена к защитным проводникам всего оборудования, включая проводники штепсельных розеток.

**415.2.2** В тех случаях, когда существует сомнение относительно эффективности дополнительного защитного уравнивания потенциалов, должно быть подтверждено, что сопротивление  $R$  между одновременно доступными открытыми проводящими частями и сторонними проводящими частями удовлетворяет следующему условию:

$$R \leq \frac{50B}{I_a} \quad \text{в системах переменного тока}$$

$$R \leq \frac{50B}{I_a} \quad \text{в системах постоянного тока}$$

где  $I_a$  - ток срабатывания защитного устройства, А:

- для защитных устройств дифференциального тока (УДТ),  $I_{\Delta n}$  ;
- для устройств защиты от сверхтока - ток срабатывания в течение 5 с.

## Приложение А (обязательное)

### Меры предосторожности для основной защиты

Примечание - Меры предосторожности для основной защиты обеспечивают защиту при нормальных условиях и их применяют тогда, когда они определены в качестве части выбранной защитной меры.

#### А.1 Основная изоляция токоведущих частей

Примечание - Изоляция предназначена предотвратить контакт с токоведущими частями.

Токоведущие части должны быть полностью покрыты изоляцией, которая может быть удалена только посредством разрушения.

Для оборудования, изоляция должна соответствовать соответствующему стандарту на электрическое оборудование.

#### А.2 Ограждения или оболочки

Примечание - Ограждения или оболочки предназначены предотвратить контакт с токоведущими частями.

**А.2.1** Токоведущие части должны находиться внутри оболочек или позади ограждений, обеспечивающих, по крайней мере, степень защиты IPXXB или IP2X за исключением тех случаев, когда большие отверстия имеют место в течение замены частей таких, как некоторые патроны ламп или плавкие предохранители, или в тех случаях, когда большие отверстия необходимы, чтобы позволить надлежащее функционирование оборудования согласно соответствующим требованиям для оборудования:

- должны быть предприняты соответствующие меры предосторожности, чтобы предохранять людей или домашний скот от неумышленного прикосновения к токоведущим частям, и

- это должно быть обеспечено, постольку практически выполнимо, что люди будут знать, что к токоведущим частям можно прикоснуться через отверстие и к ним не следует касаться преднамеренно, и

- отверстие должно быть таким маленьким, как совместимо с требованием для надлежащего функционирования и для замены части.

**А.2.2** Горизонтальные лицевые стороны ограждений или оболочек, которые являются легко доступными, должны обеспечить степень защиты, по крайней мере, IPXXD или IP4X.

**А.2.3** Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены на месте и иметь достаточную стабильность и долговечность, чтобы сохранить требуемые степени защиты и

соответствующее разделение от токоведущих частей в известных условиях нормального обслуживания, учитывая соответствующие внешние воздействия.

**A.2.4** В тех случаях, когда необходимо переместить ограждения или открыть оболочки, или переместить части оболочек, это должно быть возможно только:

- посредством использования ключа или инструмента, или

- после отключения питания к токоведущим частям, от которых ограждения или оболочки предоставляют защиту, восстановление питания, становится возможным только после замены или закрытия ограждений или оболочек, или

- в тех случаях, когда промежуточное ограждение, обеспечивающее степень защиты, по крайней мере, IPXXB или IP2X, предотвращает контакт с токоведущими частями, посредством использования ключа или инструмента, чтобы переместить промежуточное ограждение.

**A.2.5** Если позади ограждения или в оболочке установлены изделия оборудования, которое может сохранять опасные электрические заряды, после того, как они были отключены (конденсаторы, и т.д.), требуется предупредительная метка. Малые конденсаторы такие, как используют для гашения дуги, для задержки срабатывания реле, и т.д. не должны рассматриваться опасными.

Примечание - Неумышленный контакт не рассматривают опасным, если напряжение, происходящее в результате электростатических зарядов падает ниже 120 В постоянного тока менее чем 5 с после отключения от источника питания.

## Приложение В (обязательное)

### Барьеры и расположение вне зоны досягаемости

#### В.1 Применение

Защитные меры барьеры и расположение вне зоны досягаемости обеспечивают только основную защиту. Они - для применения в установках с или без защиты при повреждении, которыми управляют или контролируют квалифицированные или обученные лица.

Условия контроля, при которых могут быть применены меры предосторожности основной защиты Приложения В в качестве части защитной меры, даны в п.410.3.5.

#### В.2 Барьеры

Примечание - Барьеры предназначены предотвращать неумышленный контакт с токоведущими частями, но не преднамеренный контакт посредством намеренного обхода барьера.

##### В.2.1 Барьеры должны предотвращать

- непреднамеренное физическое приближение к токоведущим частям, и

- непреднамеренный контакт с токоведущими частями в течение оперирования оборудования, находящегося под напряжением, при нормальном обслуживании.

**В.2.2** Барьеры могут быть удалены без использования ключа или инструмента, но должны

быть закреплены так, чтобы предотвратить непреднамеренное удаление.

### В.3 Расположение вне зоны досягаемости

Примечание - Защита расположением вне досягаемости предназначена только, чтобы предотвращать непреднамеренный контакт с токоведущими частями.

**В.3.1** Одновременно доступные части под различными потенциалами не должны быть в пределах зоны досягаемости рукой.

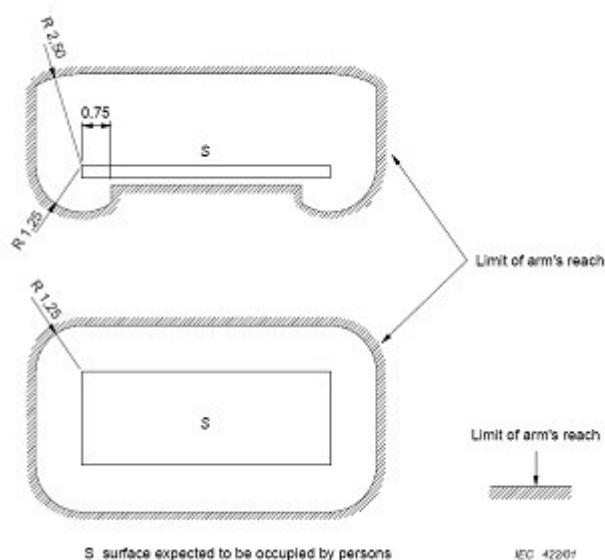
Примечание - Две части считают одновременно доступными, если они расположены друг от друга на расстоянии не более чем 2,50 м. (см. рис. В.1).

**В.3.2** Если обычно занимаемое положение ограничено в горизонтальном направлении барьером (например, поручнем, сетчатым экраном), предоставляющим степень защиты менее чем IPXXB или IP2X, зона досягаемости рукой должна простирается от этого барьера. В верхнем направлении, зона досягаемости рукой - 2,50 м от поверхности S, не принимая во внимание любой промежуточный барьер, обеспечивающий степень защиты менее чем IPXXB.

Примечание - Значения зоны досягаемости рукой применяются непосредственно к контакту голыми руками без помощи (например, инструменты или лестница).

**В.3.3** В местах, где обычно работают с крупногабаритными или длинными проводящими предметами, расстояния, требуемые п.В.3.1 и В.3.2, должны быть увеличены, учитывая характерные размеры этих предметов.

Размеры в метрах



S - поверхность, предполагаемая быть занятой людьми

Рисунок В.1 - Область зоны досягаемости рукой

Приложение С  
(обязательное)

**Защитные меры для применения только тогда, когда установка управляется или находится под контролем квалифицированных или обученных лиц**

Примечание - Условия контроля, при которых меры предосторожности защиты при повреждении (защиты от косвенного прикосновения) приложения С могут быть применены в качестве части защитной меры, заданы в п.410.3.6.

**С.1 Непроводящее размещение**

Примечание 1 - Эта защитная мера предназначена предотвращать одновременный контакт с частями, которые могут быть под разным потенциалом вследствие повреждения основной изоляции токоведущих частей.

Примечание 2 - В Швеции защита посредством непроводящего размещения не разрешена.

**С.1.1** Все электрическое оборудование должно соответствовать одной из мер предосторожности для основной защиты, описанных в приложении А.

**С.1.2** Открытые проводящие части должны быть размещены так, чтобы при обычных обстоятельствах люди не вошли в одновременный контакт с:

- двумя открытыми проводящими частями, или

- открытой проводящей частью и какой-нибудь сторонней проводящей частью, если эти части могут быть под разным потенциалом вследствие повреждения основной изоляции токоведущих частей.

**С.1.3** В непроводящем размещении не должен быть защитный проводник.

**С.1.4** Подпункт С.1.2 выполнен, если размещение имеет изолированный пол и стены и применяется одно или более следующих мероприятий:

а) Соответствующий промежуток открытых проводящих частей и сторонних проводящих частей, а также промежуток открытых проводящих частей.

Этот промежуток достаточен, если расстояние между двумя частями не менее чем 2,5 м; это расстояние может быть уменьшено до 1,25 м вне зоны досягаемости рукой.

б) Установка эффективных барьеров между открытыми проводящими частями и сторонними проводящими частями.

Такие барьеры достаточно эффективны, если они простираются на расстояния, которые превосходят значения, установленные выше в пункте а). Они не должны быть присоединены к земле или к открытым проводящим частям; по мере возможности они должны быть из изоляционного материала.

с) Изоляция или мероприятия по изолированию сторонних проводящих частей.

Изоляция должна быть достаточной механической прочности и должна быть способной выдержать испытательное напряжение, по крайней мере, 2000 В. Ток утечки не должен превышать 1 мА в нормальных условиях использования.

**С.1.5** сопротивление изолированных полов и стен в каждой точке измерения при условиях, определенных в МЭК 60364-6, должен быть не менее чем:

50 кОм в тех случаях, когда номинальное напряжение установки не превышает 500 В, или

100 кОм в тех случаях, когда номинальное напряжение установки превышает 500 В.

Примечание - Если в какой-нибудь точке сопротивление менее чем определенное значение, для целей защиты от поражения электрическим током полы и стены считают сторонними проводящими частями.

**С.1.6** Выполненные мероприятия должны быть постоянными и не должно быть возможным сделать их неэффективными. Они должны также гарантировать защиту в тех случаях, когда предусмотрено использование передвижного или портативного оборудования.

Примечание 1 - В тех случаях, когда электрические установки не находятся под эффективным контролем, продолжающиеся проводящие части могут быть введены позже (например, передвижное или портативное оборудование класса I или сторонние проводящие части такие как металлические водопроводные трубы), внимание привлечено к риску, который может свести на нет соответствие с п.С.1.6.

Примечание 2 - Необходимо гарантировать, что на изоляцию пола и стен невозможно воздействовать влажностью.

**С.1.7** Должны быть предприняты меры предосторожности, чтобы гарантировать, что сторонние проводящие части не могут быть причиной появления внешнего потенциала в рассматриваемом размещении.

## **С.2 Защита посредством местного уравнивания потенциалов, не связанного с землей**

Примечание - Местное уравнивание потенциалов, не связанное с землей, предназначено предотвращать появление опасного напряжения прикосновения.

**С.2.1** Все электрическое оборудование должно соответствовать одной из мер предосторожности для основной защиты (защита от прямого прикосновения), описанных в приложении А.

**С.2.2** Проводники уравнивания потенциалов должны соединять между собой все одновременно доступные открытые проводящие части и сторонние проводящие части.

**С.2.3** Местная система уравнивания потенциалов не должен быть в электрическом контакте с землей ни прямо, ни через открытые проводящие части, ни через сторонние проводящие части.

Примечание - В тех случаях, когда это требование не может быть выполнено, применяют защиту посредством автоматического отключения питания (см. п.411).

**С.2.4** Должны быть приняты меры предосторожности, чтобы гарантировать, что люди, входящие в эквипотенциальное размещение не могут быть подвергнуты опасной разности потенциалов, в особенности там, где проводящий пол, изолированный от земли, присоединен к системе уравнивания потенциалов, не связанной с землей.

## **С.3 Электрическое разделение для питания более чем одного электроприемника**

Примечание - Электрическое разделение индивидуальной цепи предназначено предотвращать поражающие токи через контакт с открытыми проводящими частями, которые могут быть под напряжением из-за повреждения в основной изоляции цепи.

**С.3.1** Все электрическое оборудование должно соответствовать одной из мер предосторожности для основной защиты, описанных в приложении А.

**С.3.2** Защита посредством электрического разделения для питания более чем одного изделия аппаратуры должна быть гарантирована посредством соответствия со всеми требованиями п.413 за исключением п.413.1.2, и со следующими требованиями.

**С.3.3** Должны быть предприняты меры предосторожности, чтобы защитить отделенную цепь от повреждения и повреждения изоляции.

**С.3.4** Открытые проводящие части отделенной цепи должны быть соединены вместе изолированными, незаземленными проводниками уравнивания потенциалов. Такие проводники не должны быть присоединены к защитным проводникам или открытым проводящим частям других цепей, или к каким бы то ни было сторонним проводящим частям.

Примечание - См. примечание к п.413.3.6.

**С.3.5** Все штепсельные розетки должны быть обеспечены защитными контактами, которые должны быть присоединены к системе уравнивания потенциалов, предусмотренной в соответствии с п.С.3.4.

**С.3.6** За исключением тех случаев, когда питают оборудование с двойной или усиленной изоляцией, все гибкие кабели должны заключать в себе защитный проводник для использования в качестве проводника уравнивания потенциалов в соответствии с п.С.3.4.

**С.3.7** Должно быть обеспечено, что, если произойдут два повреждения, воздействующие на две открытых проводящих части, и они питаются посредством проводников разной полярности, защитное устройство должно отключать питание в течение времени отключения, соответствующего таблице 41.1.

**С.3.8** Рекомендуется, чтобы произведение номинального напряжения цепи в вольтах и длины электропроводки в метрах не превышал  $100\ 000\ В\cdot м$ , и чтобы длина электропроводки не превышала 500 м.

## Библиография

МЭК 60146-2. Полупроводниковые преобразователи. Часть 2: Самокоммутирующие полупроводниковые преобразователи, включая прямые преобразователи постоянного тока

МЭК 60364-4-43. Электрические установки зданий. Часть 4-43. Защита для безопасности. Защита от сверхтока

МЭК 60364-5-53:2001. Электрические установки зданий. Часть 5-53. Выбор и установка электрического оборудования. Разъединение, коммутация и управление

МЭК 60364-7 (все части). Электрические установки зданий. Часть 7: Требования для специальных установок или размещений

МЭК 60417 БД-12М (2002-10). Графические символы для использования на оборудовании. 12-месячная подписка к базе данных онлайн, включающая все графические символы, изданные в стандарте МЭК 60417

МЭК 60529. Степени защиты, обеспеченные оболочками (Код IP)

МЭК 60664 (все части). Координация изоляции для оборудования в пределах низковольтных систем

МЭК 61008-1. Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтока для бытового и подобного использования (ВДТ). Часть 1. Общие правила

МЭК 61009-1. Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока для бытового и подобного использования (АВДТ). Часть 1. Общие правила

МЭК 61201:1992. Сверхнизкое напряжение (ELV) - значения.

МЭК 61557-8. Электрическая безопасность в низковольтных системах распределения до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока включительно. Оборудование для испытания, измерения или контроля защитных мер. Часть 8: Устройства контроля изоляции для систем IT

МЭК 61557-9. Электрическая безопасность в низковольтных системах распределения до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока включительно. Оборудование для испытания, измерения или контроля защитных мер. Часть 9: Оборудование для определения места повреждения изоляции в системах IT

МЭК 62020. Электрические аксессуары. Мониторы дифференциального тока для бытового и подобного использования (МДТ)