

**ТЕМА: Общие требования по  
установке заземлителей**

# Защитные меры

## электробезопасности

- **Защитное заземления** – преднамеренное соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроприёмников (электроустановок), которые могут оказаться под напряжением.
- **Зануление** – преднамеренное электрическое соединение металлически нетоковедущих частей электроприёмников (электроустановок) с нейтральной точкой трансформатора питающей подстанции металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.
- **Заземление или зануление электроустановок** следует выполнять:
  - во всех электроустановках при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока
  - в электроустановках, эксплуатирующихся в помещениях с повышенной



# ЗАЗЕМЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО



**Заземляющее устройство** – это совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Заземлитель** – металлические проводники, находящиеся в непосредственном соприкосновении с землей.

**Заземляющие проводники** – проводники, соединяющие заземляющие части электроустановки с заземлителем.

**Защитное заземление** — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

**Цель защитного заземления** — снизить до безопасной величины напряжение относительно земли на металлических частях оборудования, которые не находятся под напряжением, но могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции электроустановок. В результате замыкания на корпус заземленного оборудования снижается напряжение прикосновения и, как следствие, ток, проходящий через тело человека, при его прикосновении к корпусам.

### Корпус без заземления



### Корпус заземлен



## Общие требования, предъявляемые к системам заземления

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током, как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

## Требования к заземляющим устройствам

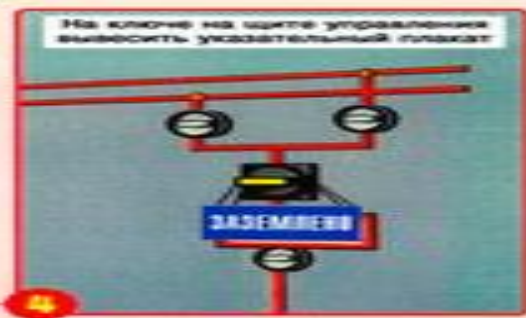
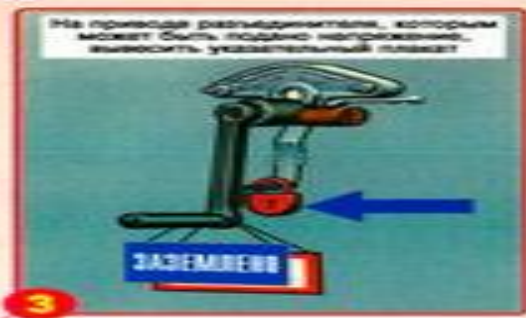
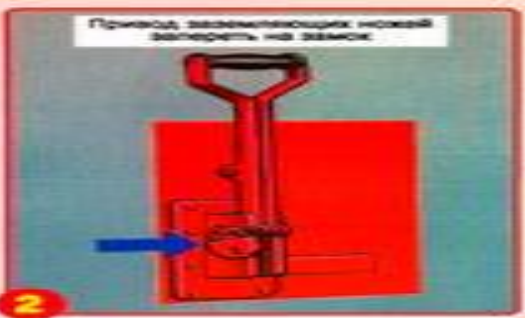
а) Электроустановки напряжением выше 1000 В сети с эффективно заземленной нейтралью.

Согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства в этих электроустановках не должно превышать 0,5 Ом.

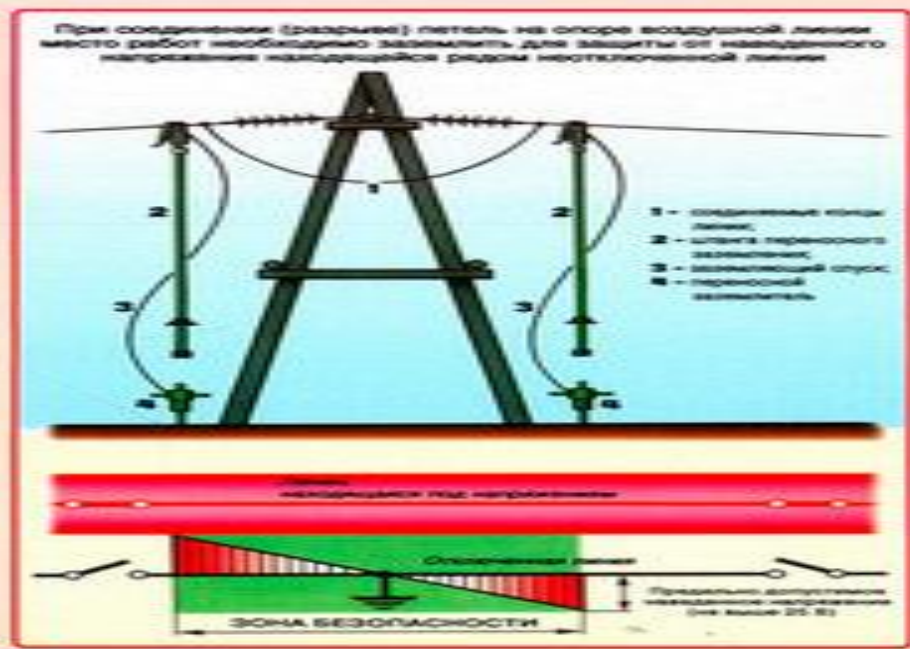
Однако одно лишь ограничение сопротивления заземляющего устройства не обеспечивает проблемных напряжений прикосновения и шага при токах замыкания на землю в несколько килоампер.

Поэтому дополнительно к ограничению сопротивления заземляющего устройства ПУЭ предписывают также выполнение следующих мероприятий:

- а) быстродействующее отключение при замыканиях на землю;
- б) выравнивание потенциалов в пределах территории, на которой находятся электроустановки, и на ее границах.



**УСТАНОВКА ПЕРЕНОСНЫХ ЗАЗЕМЛЕНИЙ**  
 В электроустановках напряжением до 1000 В устанавливать (снимать) переносные заземления может один работник из оперативного персонала, имеющий группу III по электробезопасности.  
 В электроустановках напряжением выше 1000 В переносное заземление устанавливает два работника: один - имеющий группу IV (из оперативного персонала), а другой - группу III (может быть из ремонтного персонала).  
 Отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления может один работник из оперативного персонала, имеющий группу III.



# Обеспечение электробезопасности техническими способами и средствами

- - защитного заземления;
- - зануления;
- - защитного отключения;
- - выравнивания потенциала;
- - защитного шунтирования;
- - малого напряжения;
- - разделения сети;
- - изоляции токоведущих частей (рабочей, дополнительной, двойной);
- - компенсации токов замыкания на землю;
- - изолирования рабочего места;
- - электрозащитных средств (основных и дополнительных) .



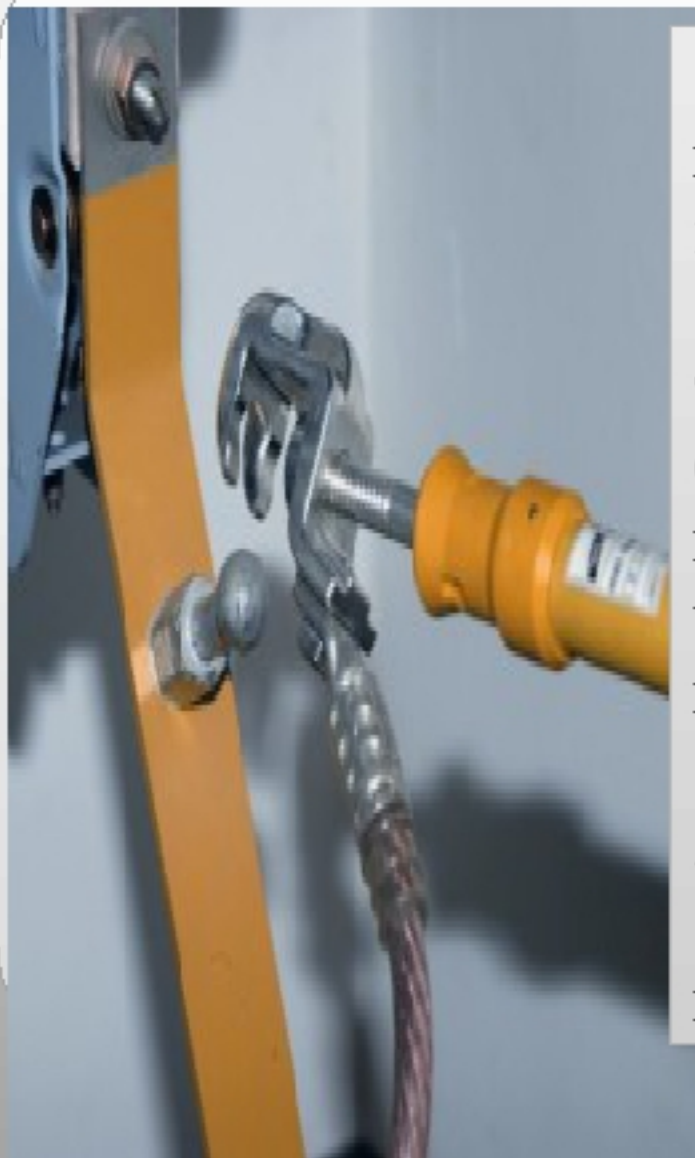
## Защитные меры в электроустановках

К защитным мерам при эксплуатации электрооборудования автоматизированного цеха относятся:

- защитное заземление;
- защитное отключение;
- применение электрозащитных средств.



## Установка переносного заземление

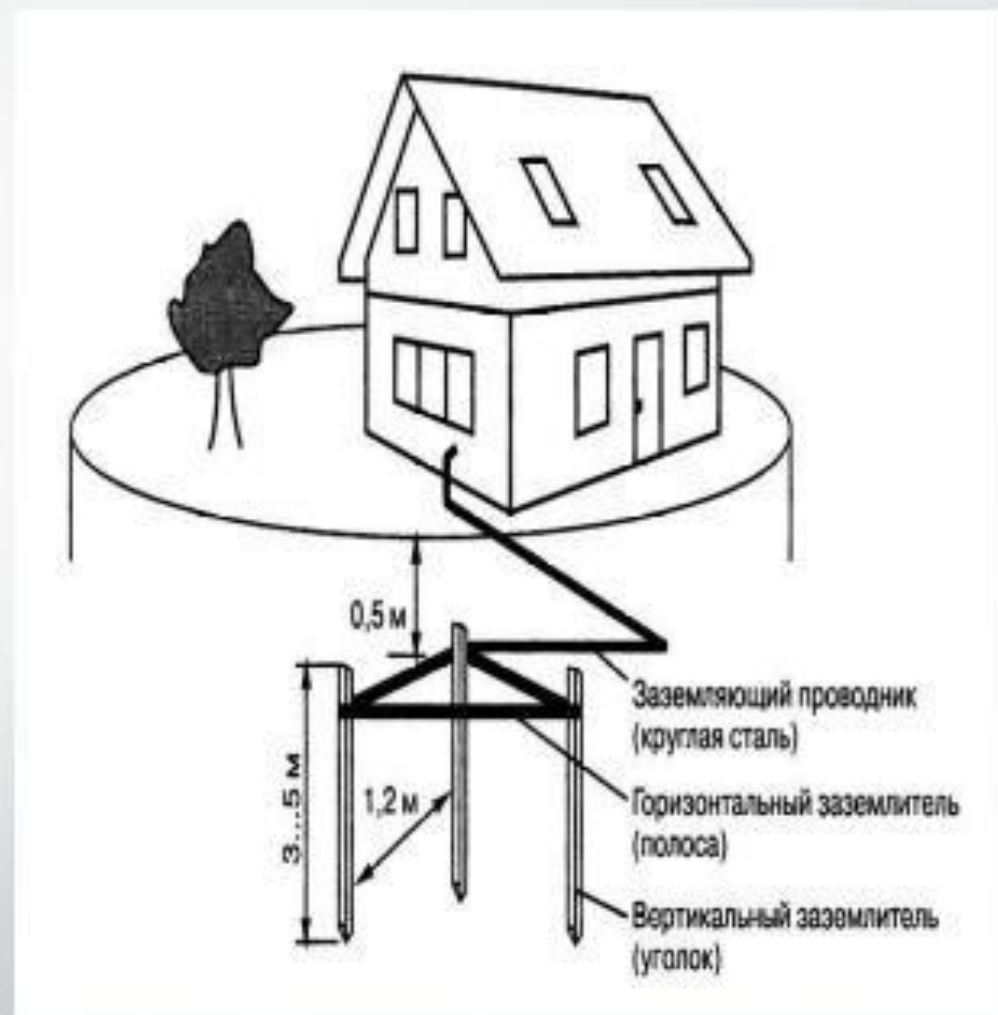


Сначала заземляющий проводник присоединяется к заземляющей проводке или к заземленной конструкции.

После проверки отсутствия напряжения на токоведущих частях указателем напряжения с помощью штанги зажимы заземления поочередно накладываются на токоведущие части всех фаз и закрепляются там также с помощью штанги.

Если штанга не приспособлена для закрепления зажимов, закрепление может быть выполнено вручную в диэлектрических перчатках.

- **Монтаж контура заземления** настоятельно рекомендуется делать со ссылкой на нормы ПУЭ. Такой подход позволит сделать все необходимые соединения и подключение контура правильно с соблюдением всех стандартов. Это обеспечит надежную работу системы защиты в здании, предотвратив негативные последствия природных или антропогенных факторов. Чтобы сделать контур заземления своими руками следует иметь некоторые познания в сфере электротехники. Перед работой рекомендуется прочитать необходимую литературу, а также разделы ПУЭ, которые ссылаются на монтаж контура заземления.



## Требования к сопротивлению заземляющих устройств

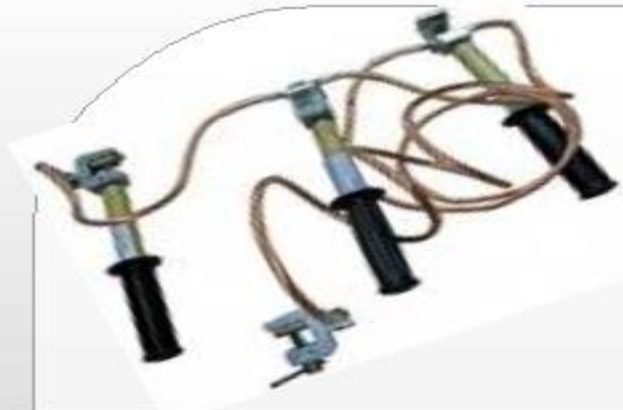
Электроустановки напряжением до 1000 В с глухим заземлением нейтрали.

Согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства в установках напряжением до 1000 В с глухим заземлением нейтрали должно быть не более 4 Ом.

Исключение составляют электроустановки, в которых суммарная мощность установленных генераторов и трансформаторов не превышает 100 кВА. В этих случаях заземляющие устройства могут иметь сопротивления не более 10 Ом.

С целью обеспечения автоматического отключения участка с однофазным замыканием заземляющие проводники должны быть выбраны таким образом, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой провод возникал ток короткого замыкания, превышающий:

- 1) в 3 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя;
- 2) в 3 раза номинальный ток замедленного расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратозависимую от тока характеристику.

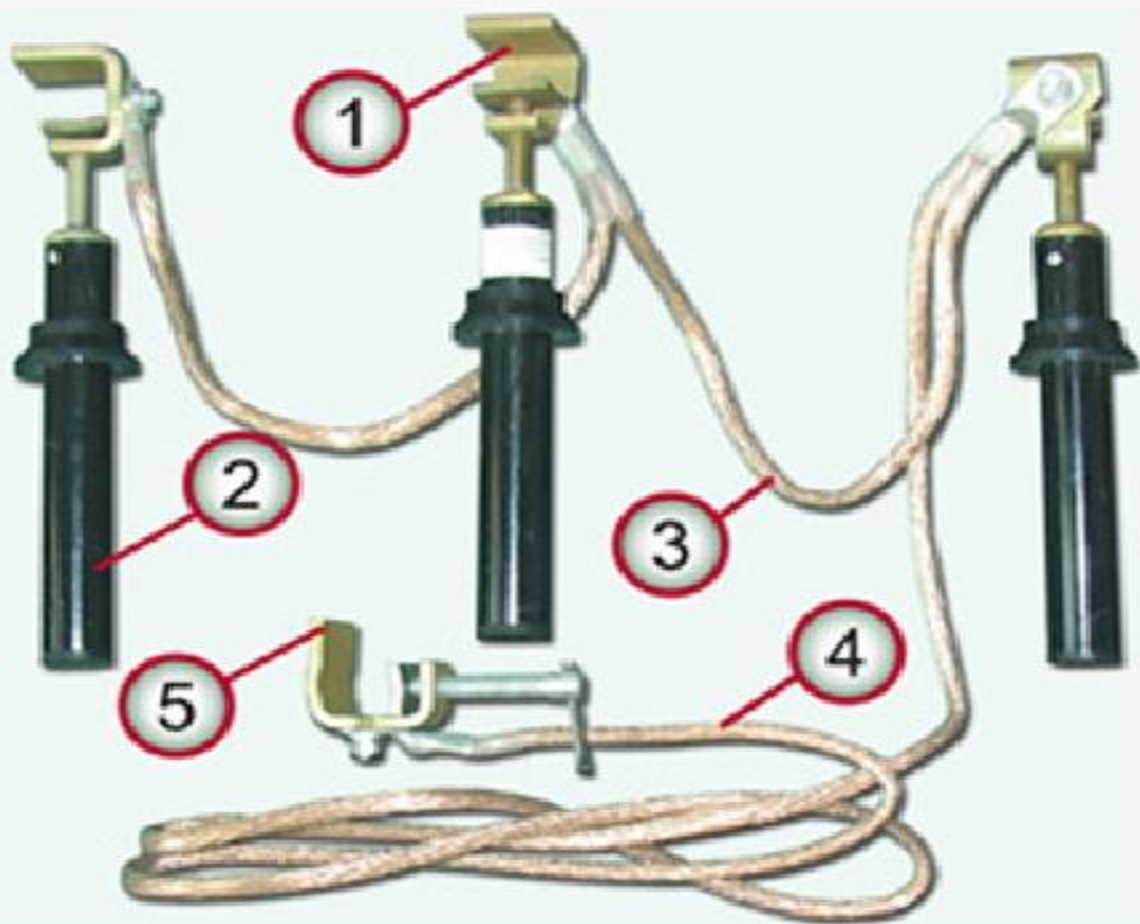


## Переносные заземления

Предназначаются:

- для защиты людей, работающих на отключенных токоведущих частях оборудования или электроустановки
- от поражения электрическим током в случае ошибочной подачи напряжения на отключенный участок или при появлении на нем наведенного напряжения

# Устройство переносного заземления



**1-Три фазных зажима**

**2-Несъемные электроизолирующие стеклопластиковые штанги**

**3-Два закорачивающих провода**

**4-Заземляющий провод**

**5-Заземляющий зажим**

# Переносные заземления

**Последовательность наложения** переносных заземлений-сначала к заземленной конструкции накладывают заземляющий проводник, затем после проверки отсутствия напряжения на токоведущих частях зажимы заземления посредством штанги поочередно накладываются на токоведущие части. Снятие происходит в обратном порядке.



## Снятие переносных заземлений



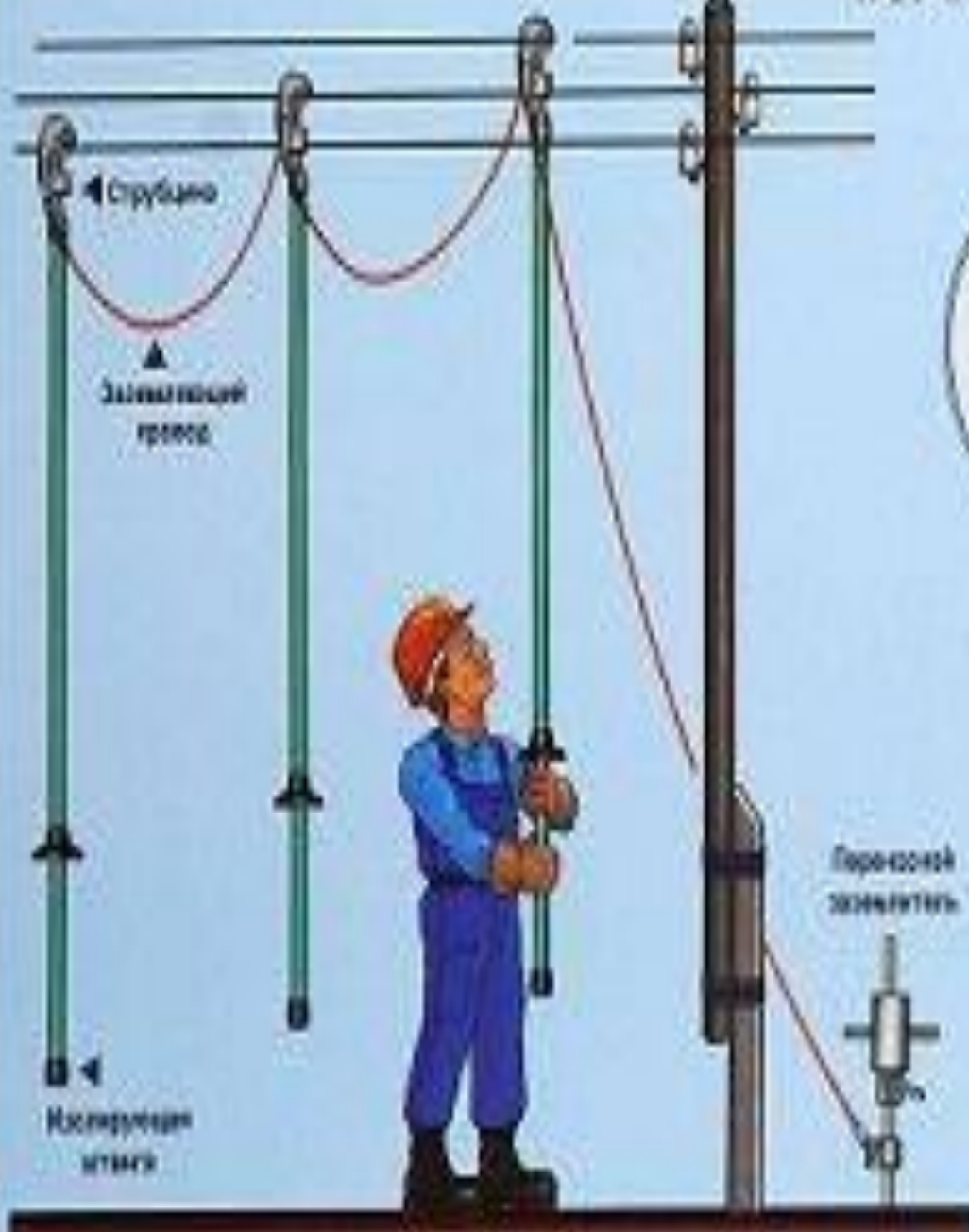
При снятии заземлений сначала снимаются зажимы с токоведущих частей, затем отсоединяется заземляющий проводник.

В электроустановках напряжением выше 110 кВ снятие заземлений следует производить с помощью штанг, даже если по месту установки возможно произвести операцию без штанги.

В электроустановках напряжением 110 кВ и ниже допустимо пользоваться только диэлектрическими перчатками, причем только в тех случаях, когда для снятия заземления не требуется влезать на конструкции разъединителей.



# ПЕРЕНОСНЫЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

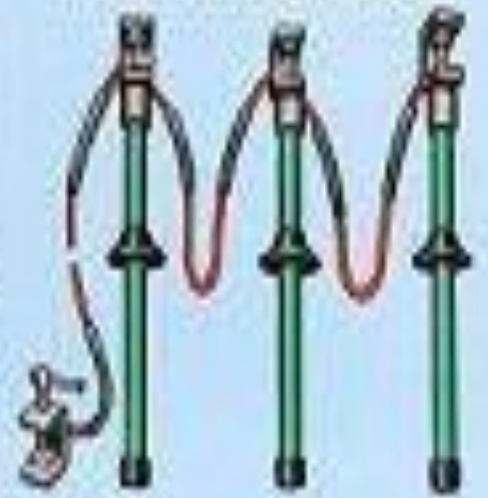


## Виды струбин



Переносные заземления для ВУ напряжением до 1000 В

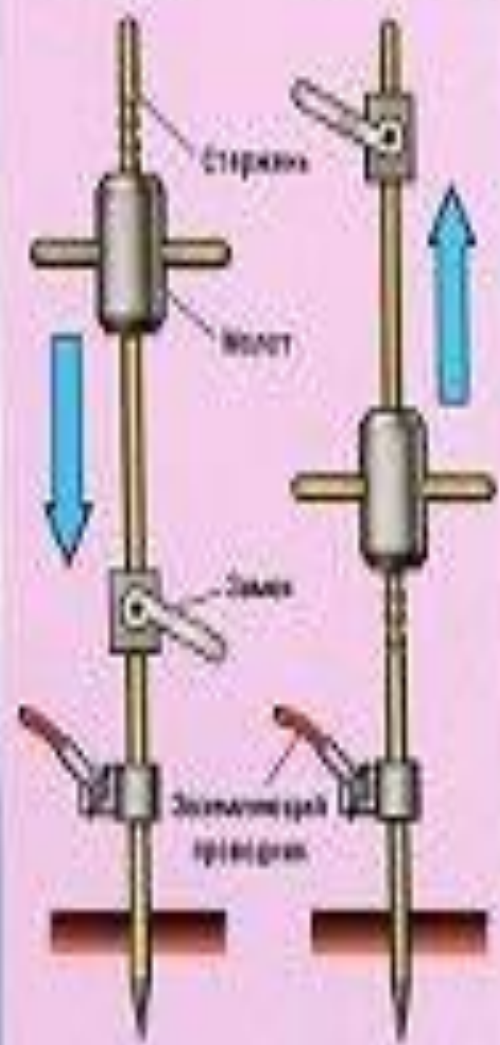
- На бланке должны быть указаны:
- квартирный номер
  - напряжение электроустановки, кВ
  - сечение заземляющего проводника, мм



- Осматривать:
- не реже 1 раза в три месяца
  - после действия тока короткого замыкания
  - перед применением;

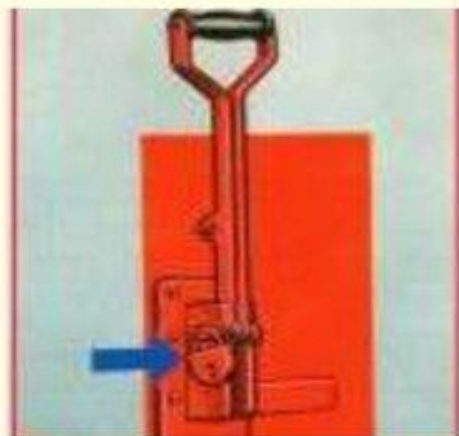
# ПЕРЕНОСНОЙ ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ

забивка      извлечение



Для забивки в скальный массив НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕН

## 4. Установка переносного заземления



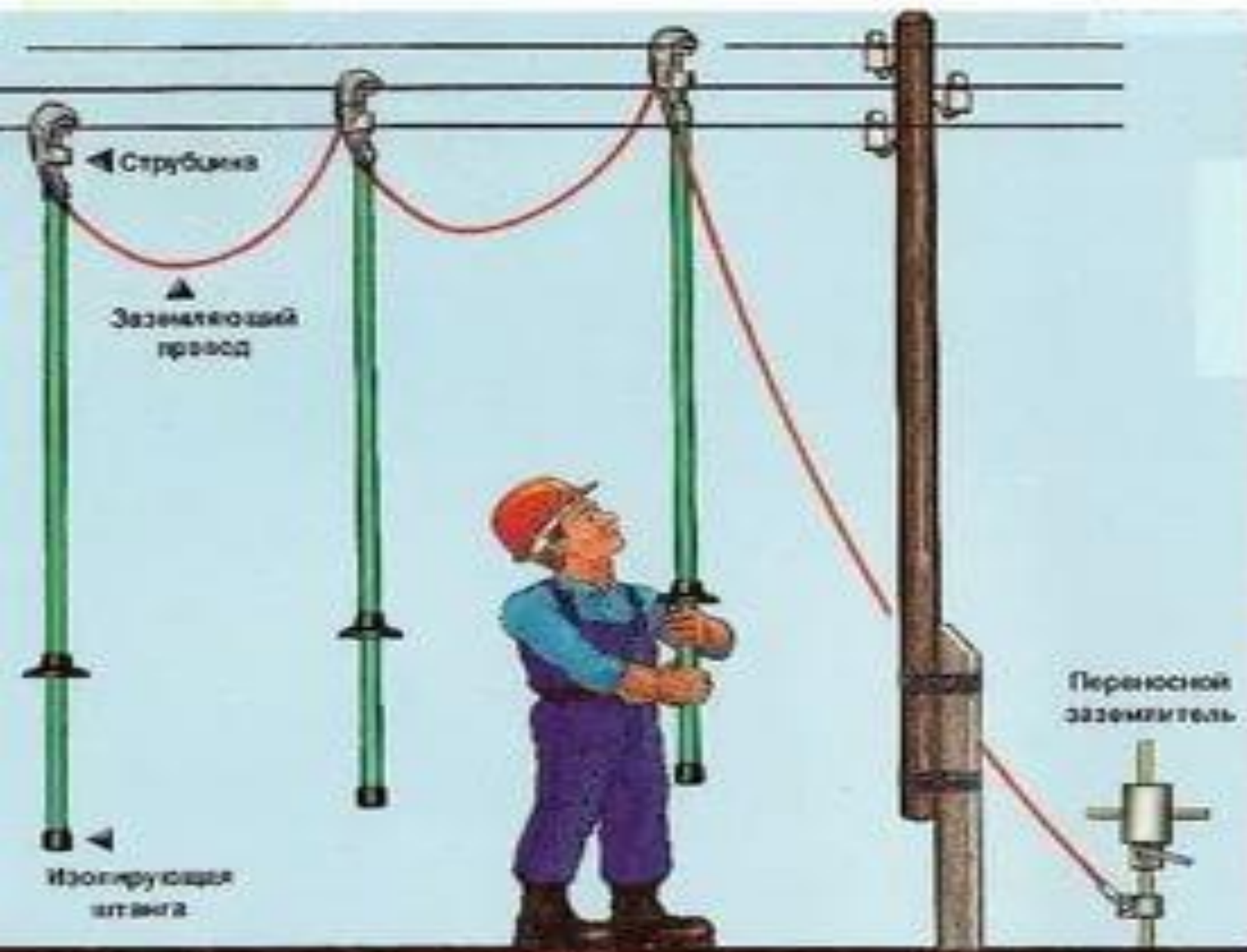
Осуществляется непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

Переносное заземление сначала присоединяется к заземляющему устройству, а затем после проверки отсутствия напряжения на токоведущие части.

Снимается переносное заземление в обратной последовательности.



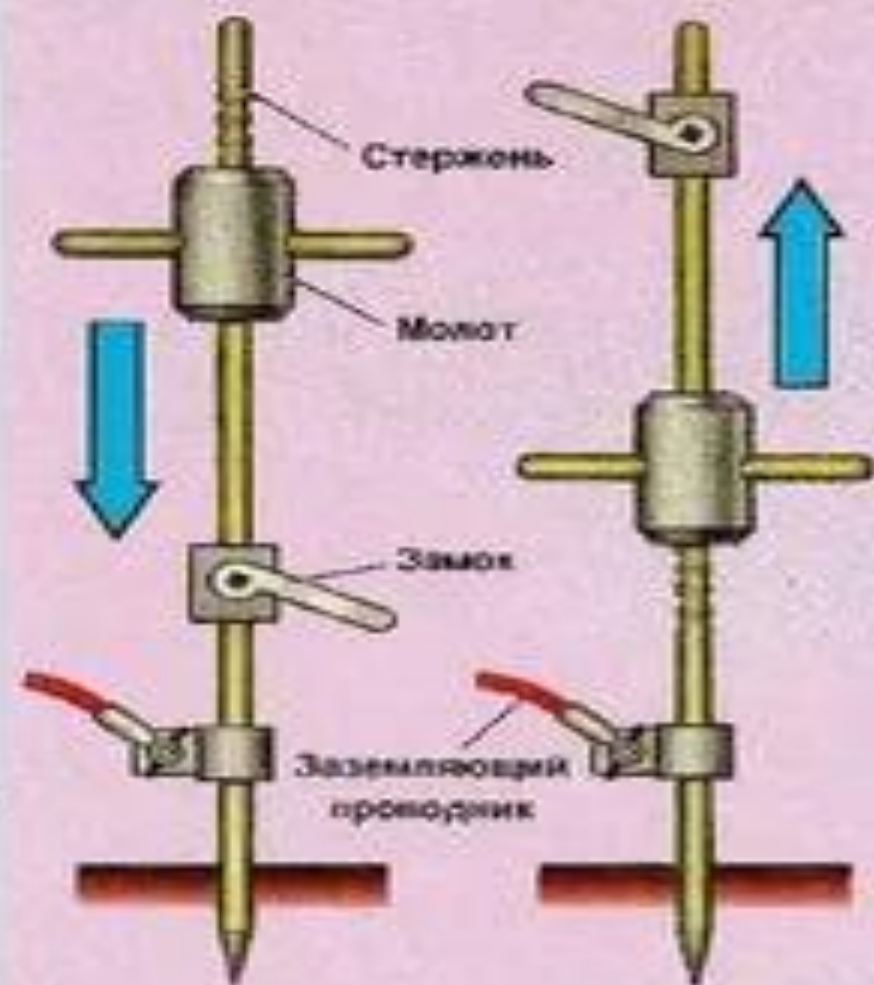
# Переносные заземления



## ПЕРЕНОСНОЙ ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ

забивка

извлечение

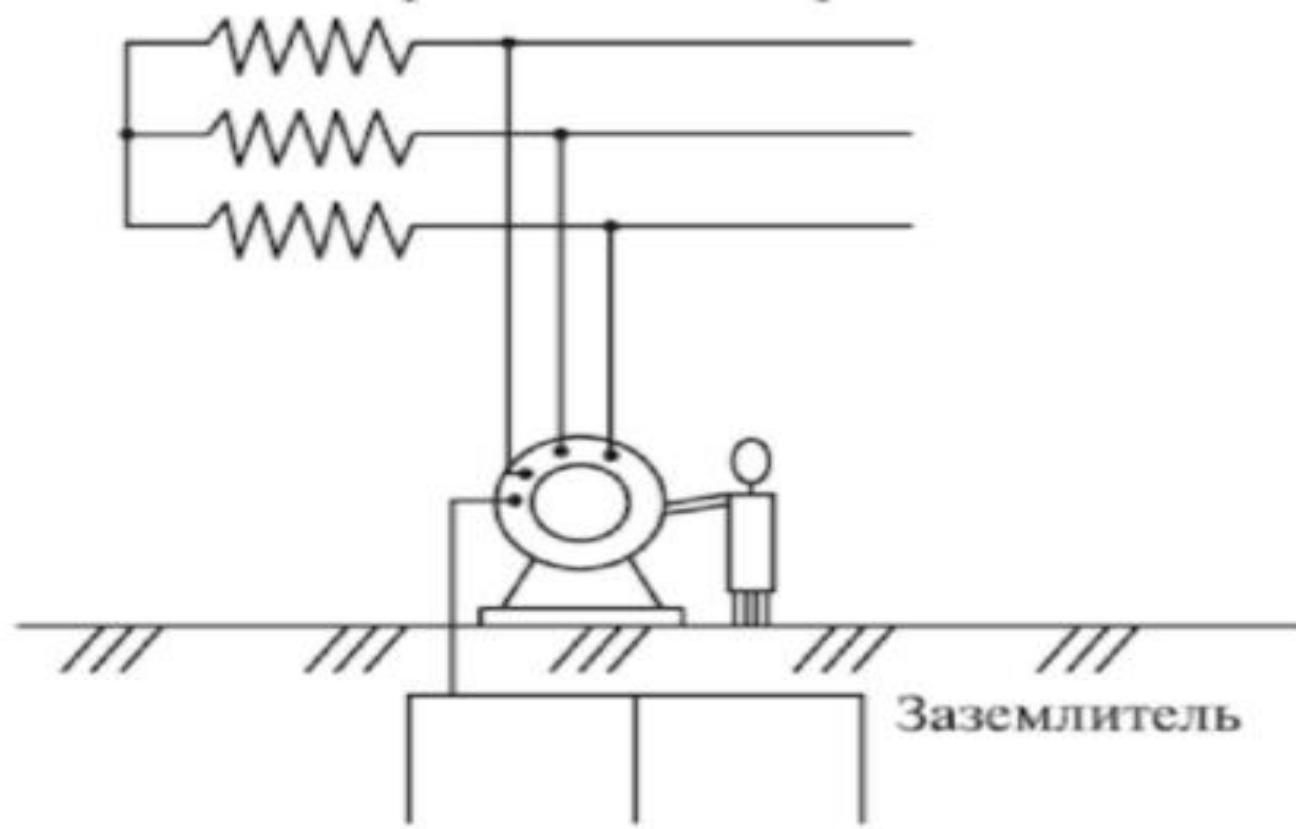


Для забивки в скальный массив  
**НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕН**

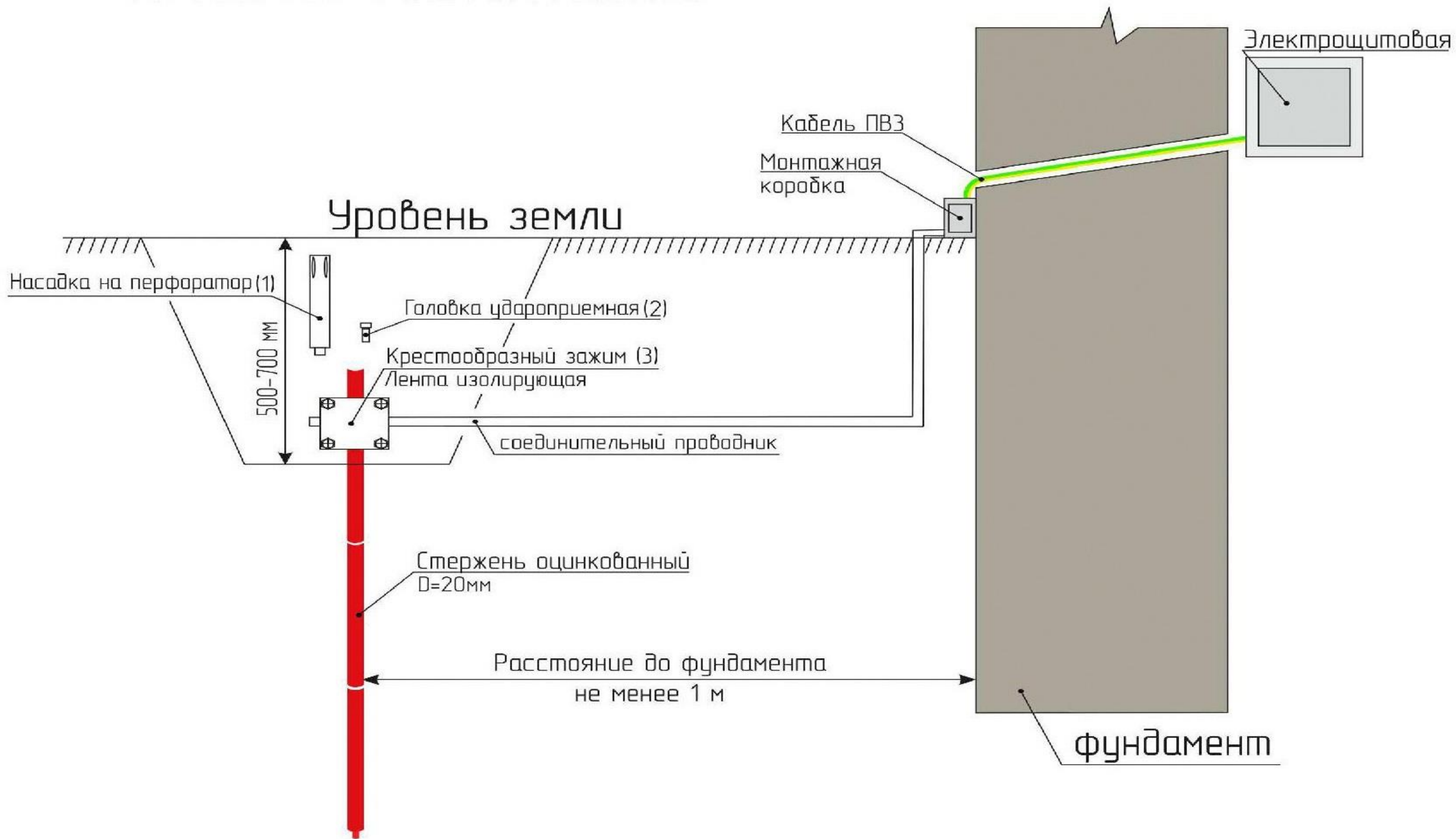
## Защитное заземление

Под защитным заземлением понимают преднамеренное соединение с землей нетоковедущих металлических частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением. При наличии заземляющего устройства ток с корпуса пойдет по двум параллельным ветвям: корпус-человек-земля и корпус-заземлитель-земля. Ток с корпуса распределяется по двум ветвям в зависимости от их сопротивления, на участке с меньшим сопротивлением пойдет больший ток и наоборот. Следовательно, заземлитель обеспечивает защиту, если его сопротивление будет существенно меньше расчетного сопротивления человека — 1000 Ом.

### Сеть с изолированной нейтралью



Поэтому основным требованием к заземляющему устройству является ограничение по величине его сопротивления. ПУЭ устанавливают допустимые значения сопротивления  $R_{\text{доп}}^{\text{заз}}$  в зависимости только от мощности источника тока (трансформатора или генератора), питающего сеть. Защитное заземление снижает до безопасного значения напряжение прикосновения. В частности, при  $R_{\text{заз}} = 4 \text{ Ом}$  напряжение прикосновения не превышает 12 В.



# Устройство треугольного контура заземления

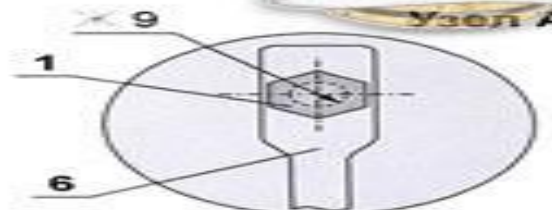
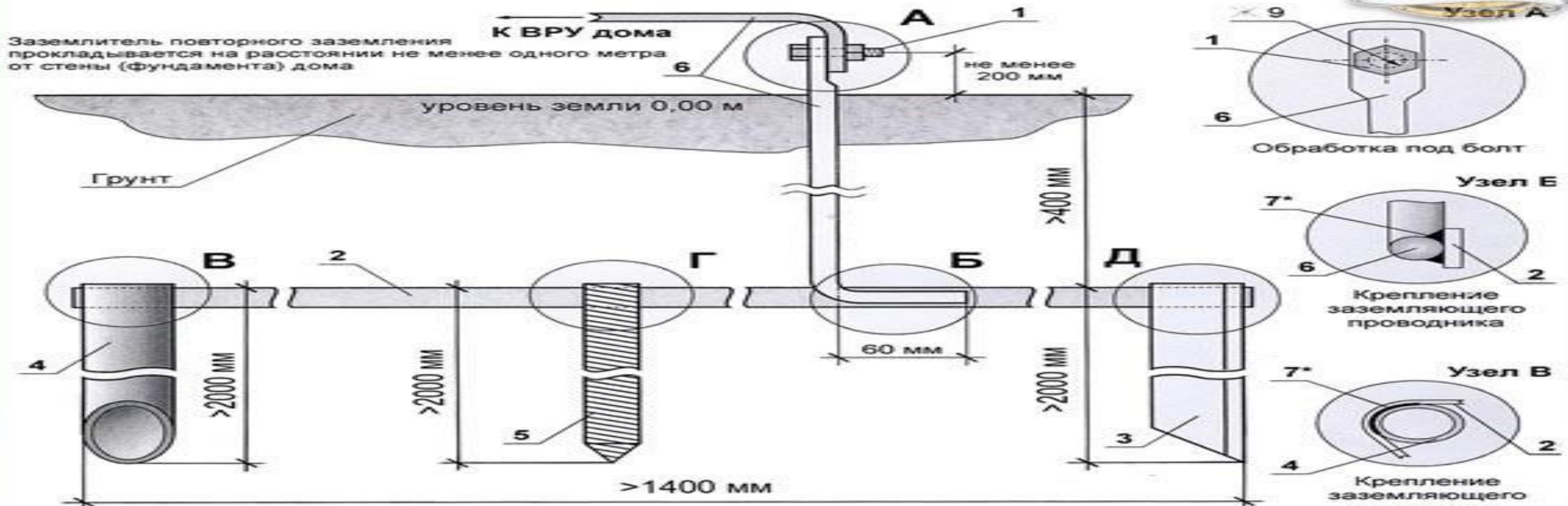


Заземлитель повторного заземления прокладывается на расстоянии не менее одного метра от стены (Фундамента) дома

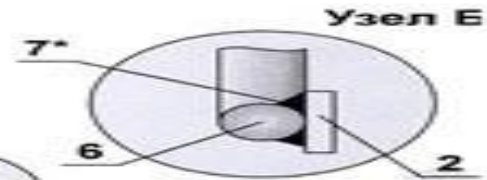
К ВРУ дома

уровень земли 0,00 м

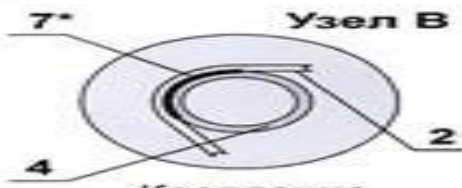
Грунт



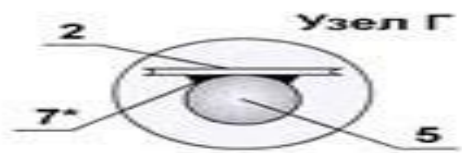
Обработка под болт



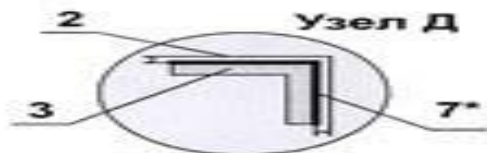
Крепление заземляющего проводника



Крепление заземляющего электрода

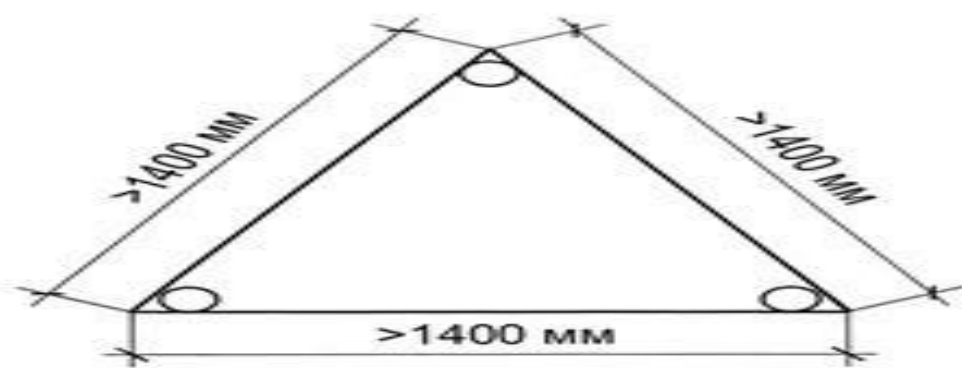


Крепление заземляющего электрода



Крепление заземляющего электрода

Треугольный контур заземления в плане

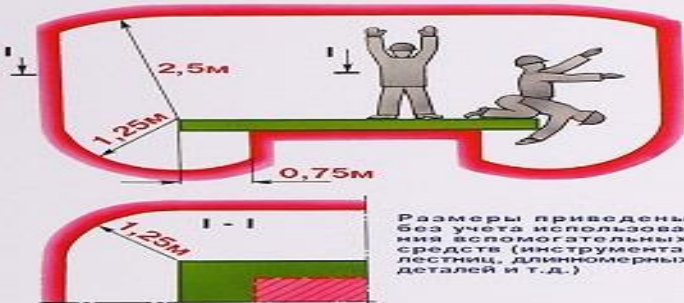


1 - крепеж, болт М8; 2 - горизонтальный заземлитель, стальная полоса 40x4; 3 - заземляющий электрод - вариант №1 сталь угловая; 4 - заземляющий электрод - вариант №2 труба 50x3; 5 - заземляющий электрод - вариант №3 сталь круглая диаметром 10 мм; 6 - заземляющий проводник сталь круглая диаметром 6 мм; 7 - сварной шов.

**Д**ля выполнения основной системы уравнивания потенциалов в электроустановке должна быть **главная заземляющая шина**. К ней присоединяют:

- нулевой защитный PE-проводник или PEN-проводник питающей линии в системе TN
- заземляющий проводник от заземляющего устройства электроустановки в системах IT и TT
- заземляющий проводник повторного заземления, если оно имеется на вводе в здание
- все металлические трубы входящих в здание коммуникаций
- металлический каркас здания
- заземляющее устройство молниезащиты 2 и 3-й категории
- проводники рабочего заземления, если оно имеется

### ЗОНА ДОСЯГАЕМОСТИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ДО 1000 В

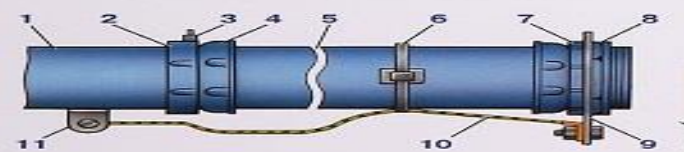


Размеры приведены без учета использования вспомогательных средств (инструмента, лестниц, длинномерных деталей и т.д.)

### ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКА УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ К ТРУБОПРОВОДУ

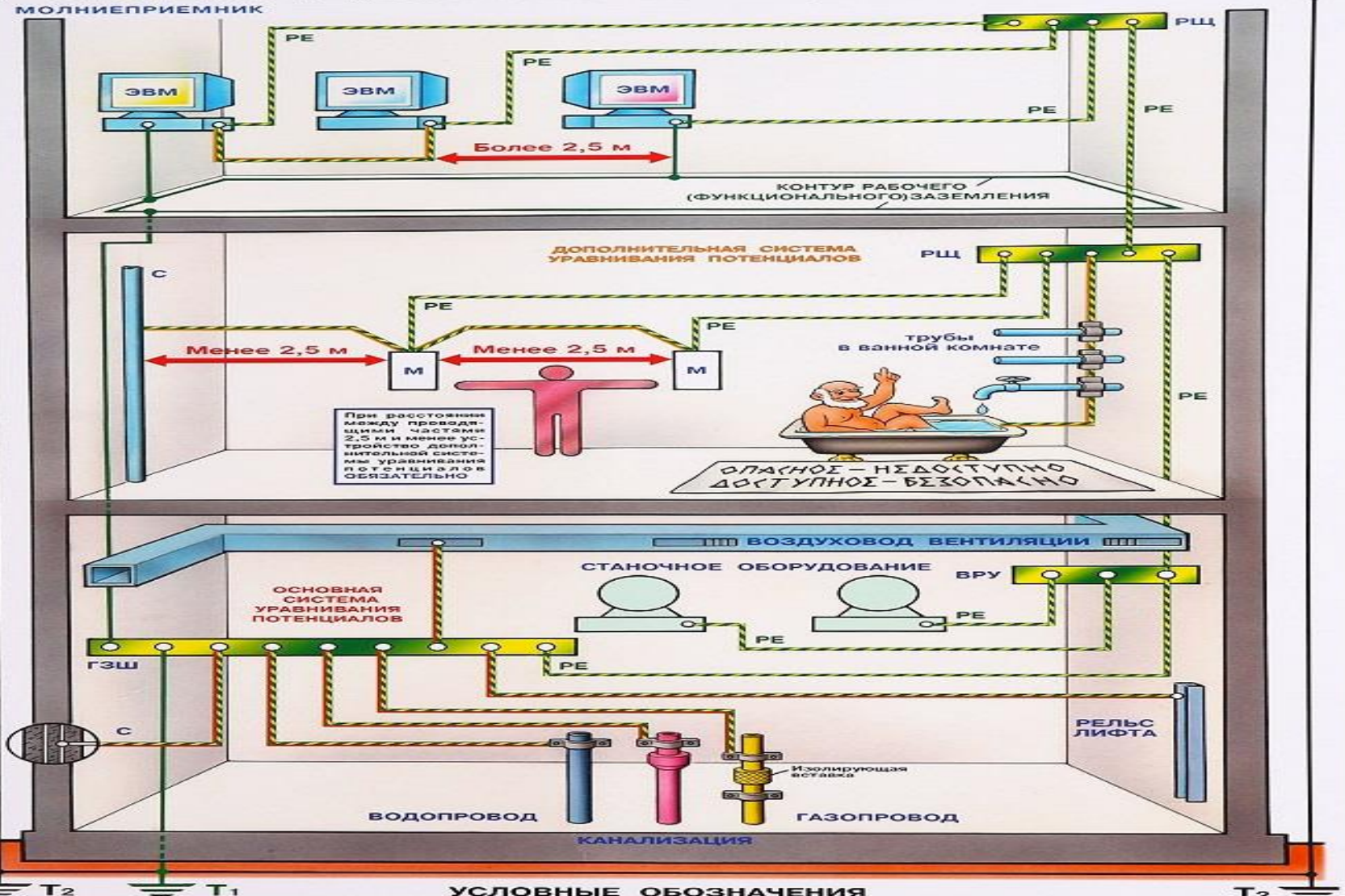


### ШУНТИРОВАНИЕ РАСХОДОМЕРОВ (ИЗОЛИРУЮЩИХ ВСТАВОК)



- 1- металлическая труба
- 2- трубный штуцер
- 3- винт
- 4- пластмассовый колпачок
- 5- место расходомера, изолирующей вставки или другого прибора
- 6- полоска-пяржка
- 7- вводная муфта
- 8- установочная заземляющая гайка
- 9- оболочка электрооборудования
- 10- нулевой защитный PE-проводник
- 11- флажок

## СИСТЕМА УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ В ЗДАНИИ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ		
ГЗШ - главная заземляющая шина	М - открытая проводящая часть (заземляемая часть электрооборудования)	проводник дополнительной системы уравнивания потенциалов
ВРУ - вводно-распределительное устройство	проводник молниезащиты	<b>T<sub>1</sub></b> - естественный заземлитель
РЩ - распределительный щит	проводник рабочего (функционального) заземления	<b>T<sub>2</sub></b> - заземлитель молниезащиты
С - сторонняя проводящая часть	проводник основной системы уравнивания потенциалов	



### Заземляющие устройства



Заземляющие устройства электроустановок должны соответствовать требованиям обеспечения защиты людей от поражения электрическим током, защиты электроустановок, а также обеспечения эксплуатационных режимов работы. Все металлические части электрооборудования напряжением свыше 1 кВ, при нормальных режимах не находясь под напряжением, должны быть заземлены, а в электроустановках на напряжение до 1 кВ - присоединены

При сдаче в эксплуатацию заземляющих устройств электроустановок монтажной организацией должны быть предоставлены:

- утверждена проектно-техническая документация на заземляющие устройства;
- исполнительные схемы заземляющих устройств, включая для электроустановок на напряжение до 1 кВ схемы уравнивания потенциалов;
- основные параметры элементов заземлителей и защитных проводников (материал, профиль, линейные размеры);
- акты выполнения скрытых работ;
- протоколы приемо-сдаточных испытаний



# Защитное заземление, зануление

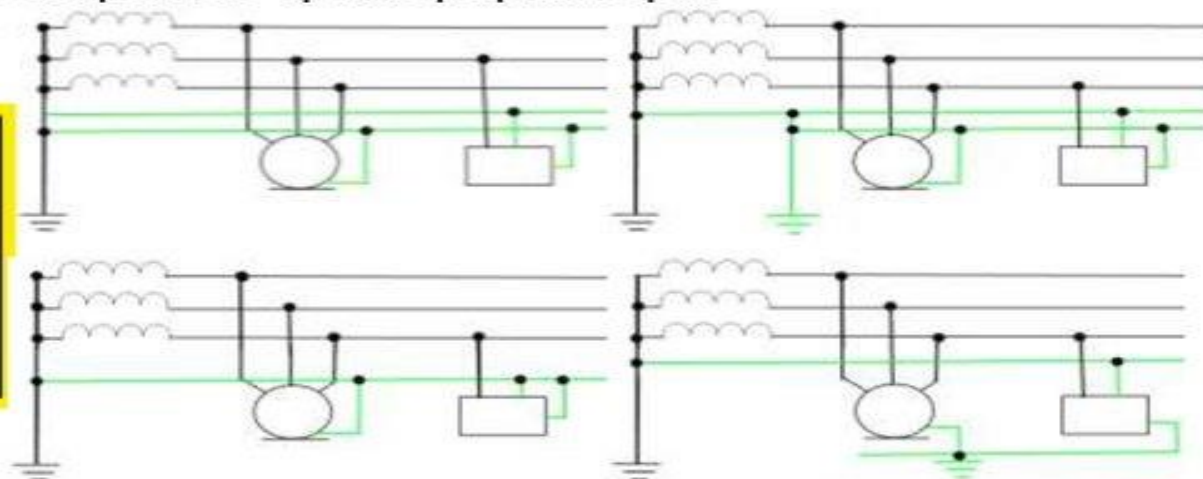
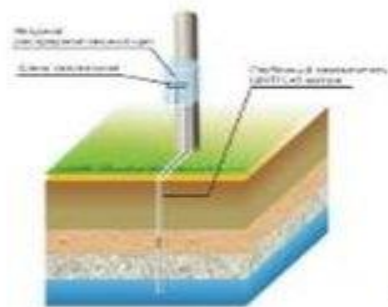
**Заземлением** называется преднамеренное соединение какой-либо части электроустановки с заземлителем. Для этого глубоко в землю забивают металлический стержень длиной 2,5 – 3,0 м и в диаметре 35 мм.

Заземление может быть **рабочим, защитным**.

**Рабочим** называется заземление, выполненное для обеспечения нормальных режимов работы установки.

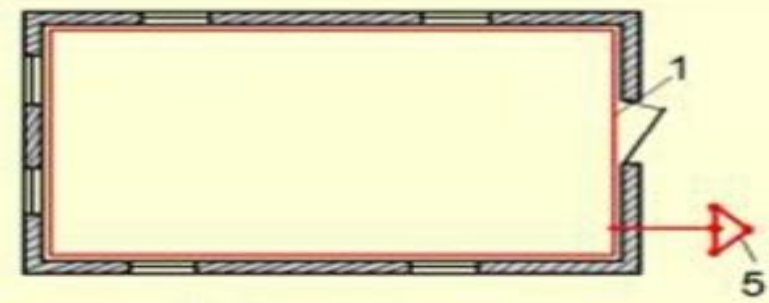
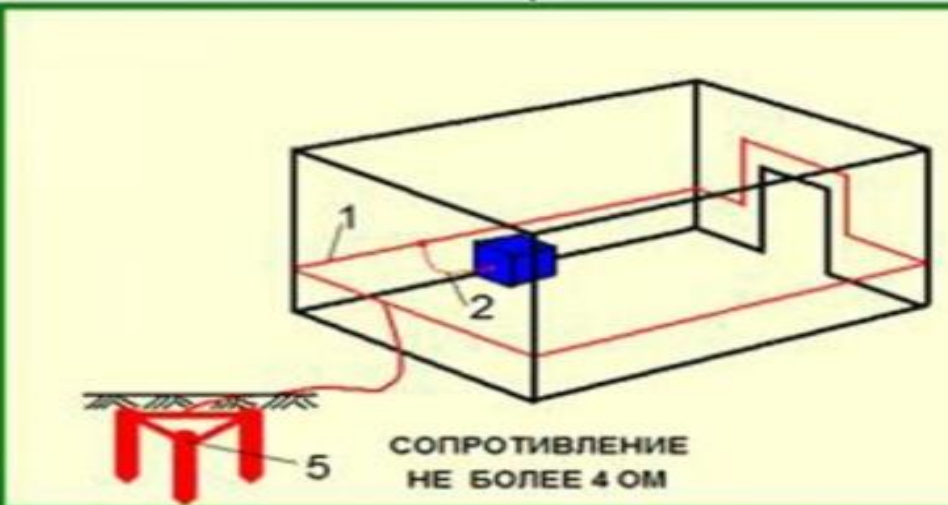
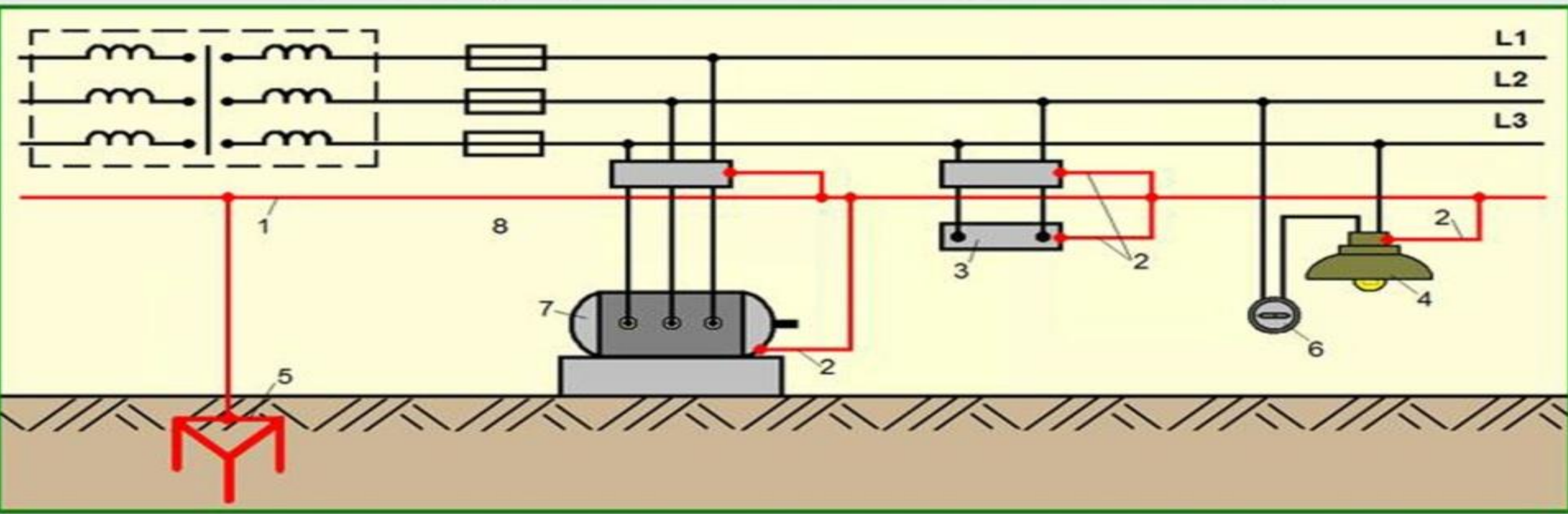
**Защитным** называется заземление, выполняемое для обеспечения электробезопасности людей и животных при замыкании на землю или на корпус. Величина сопротивления **не должна превышать 4 Ом**, а величина сопротивления электропровода **не менее 0,5 Ом**.

**Защитным занулением** называется преднамеренное соединение корпусов электрической установки с глухозаземленной нейтралью трансформатора.





# ЗАЗЕМЛЕНИЕ (ЗАЩИТА В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ)



ЗАЩИТНЫЙ ЭФФЕКТ В УМЕНЬШЕНИИ  
СИЛЫ ТОКА, ПРОХОДЯЩЕГО ЧЕРЕЗ  
ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА

## ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- 1 - заземляющая шина
- 2 - цепь заземления
- 3 - однофазный эл.приёмник
- 4 - светильник
- 5 - заземляющее устройство
- 6 - выключатель
- 7 - электродвигатель

**542 Заземляющие устройства****542.1 Общие требования**

542.1.1 Заземляющие устройства могут быть выполнены общими или отдельными 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.

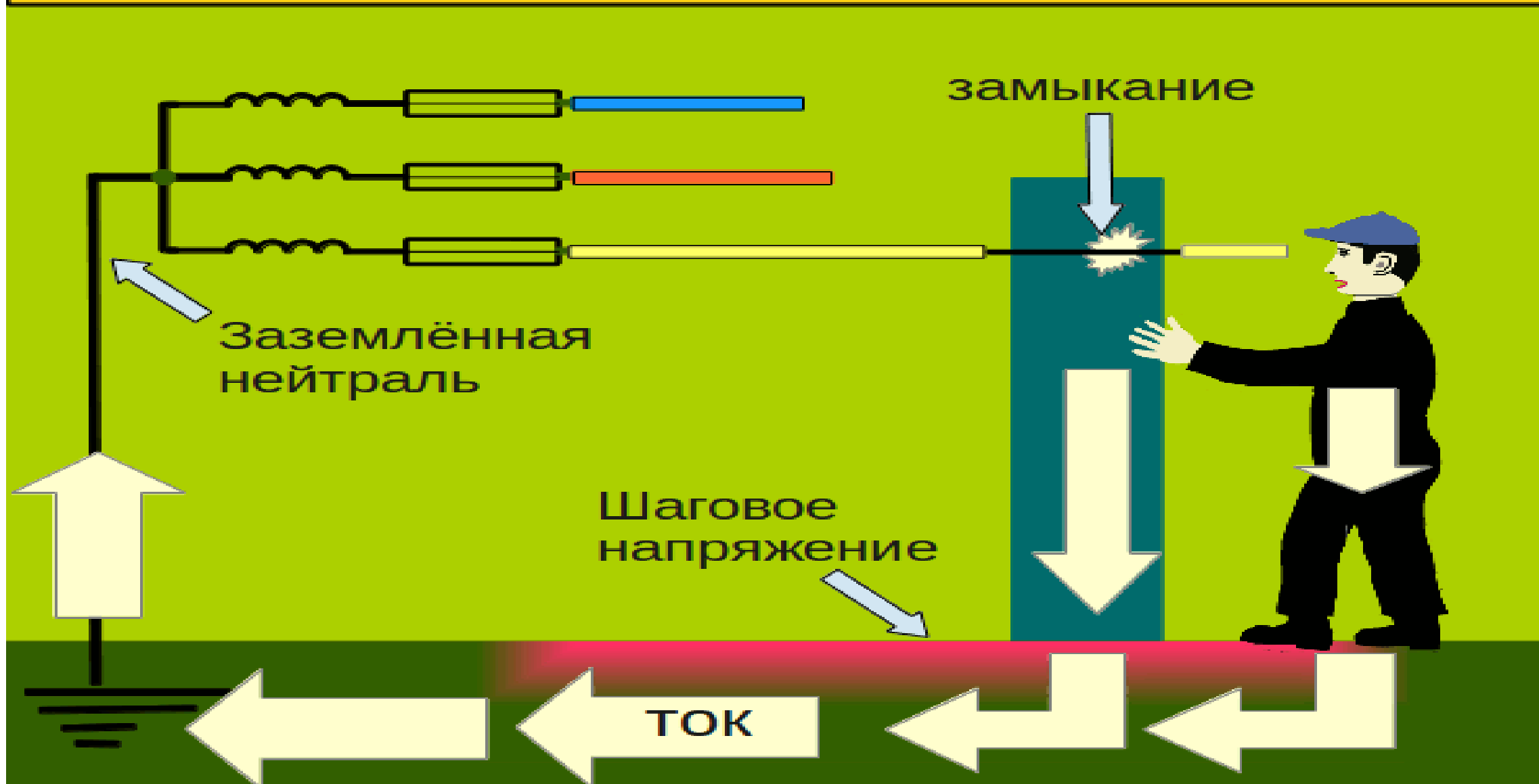
Минимальные размеры заземляющих электродов (проложенных в земле) из наиболее распространенных материалов с точки зрения коррозионной и механической стойкости приведены в таблице 54.1.

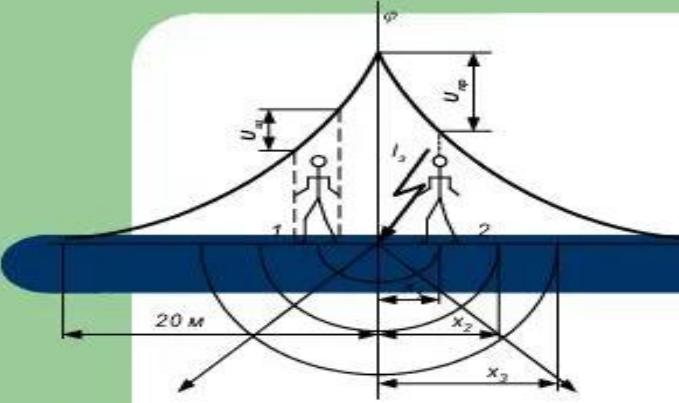
**Примечание** — При наличии системы молниезащиты применяется МЭК 61024-1.

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

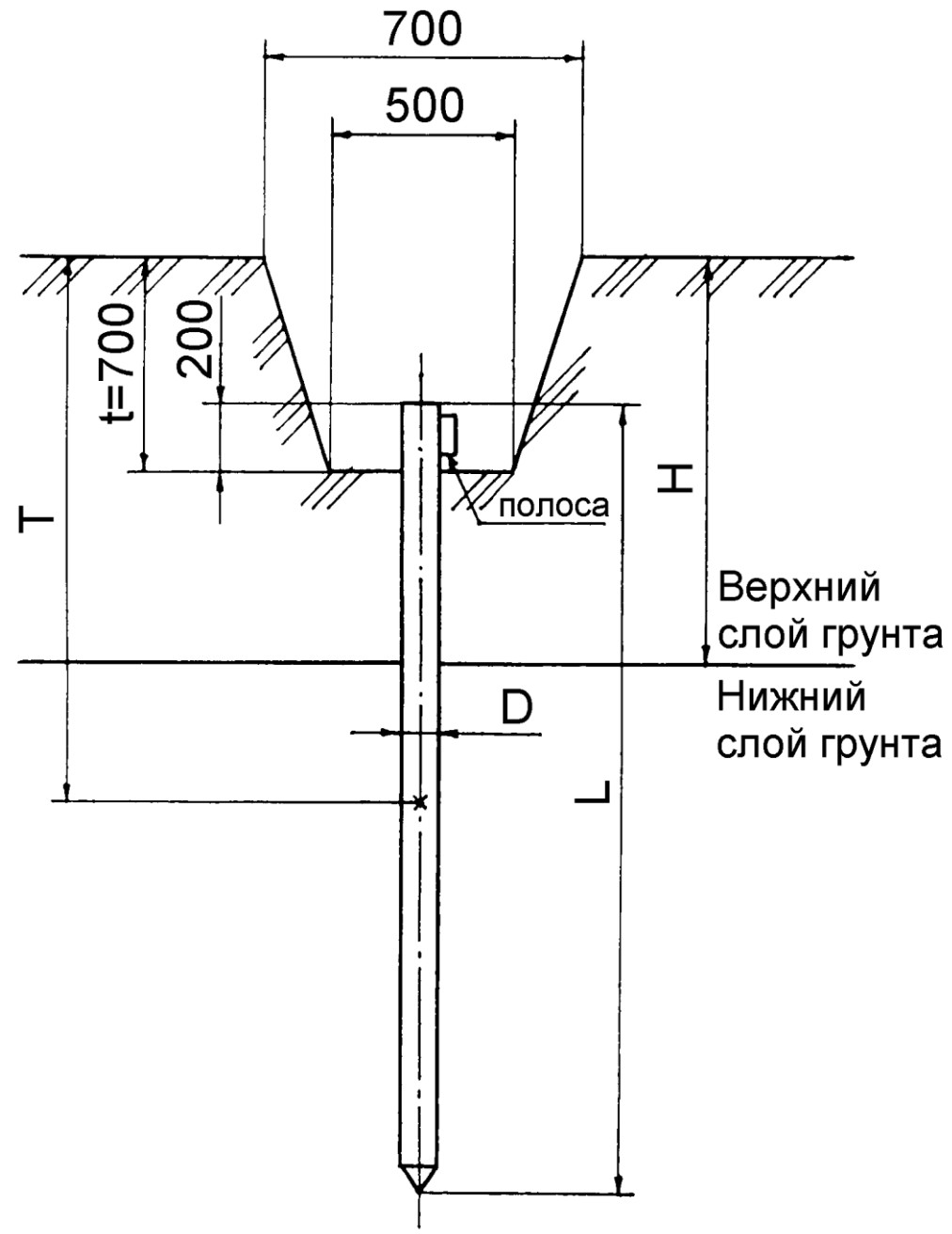
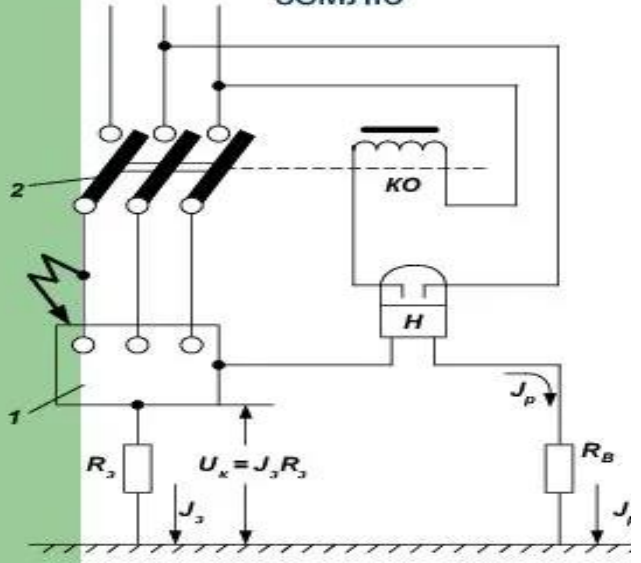
Материал	Поверхность	Профиль	Минимальный размер				
			Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup>	Толщина, мм	Толщина покрытия/оболочки	
						Единичный размер, мкм	Средний размер, мкм
Сталь	Горячего оцинкования <sup>1)</sup> или нержавеющей <sup>1), 2)</sup>	Полоса <sup>3)</sup>		90	3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

Рис. 8 Замыкание на землю в сети с заземлённой нейтралью

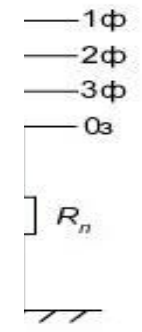




Распределение потенциалов  
одиночного заземлителя в зон  
растекания тока при замыкании  
землю



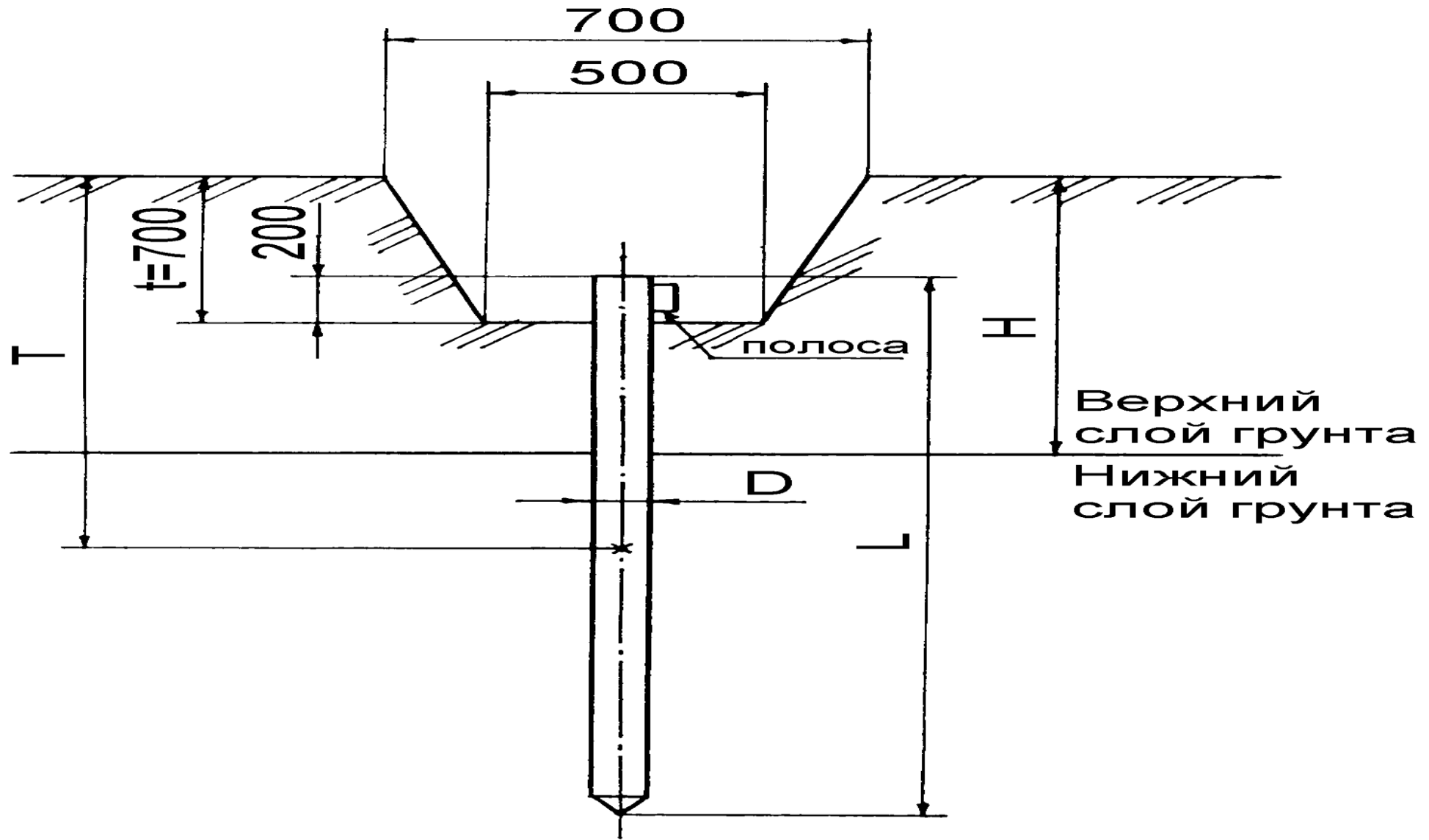
*oe*

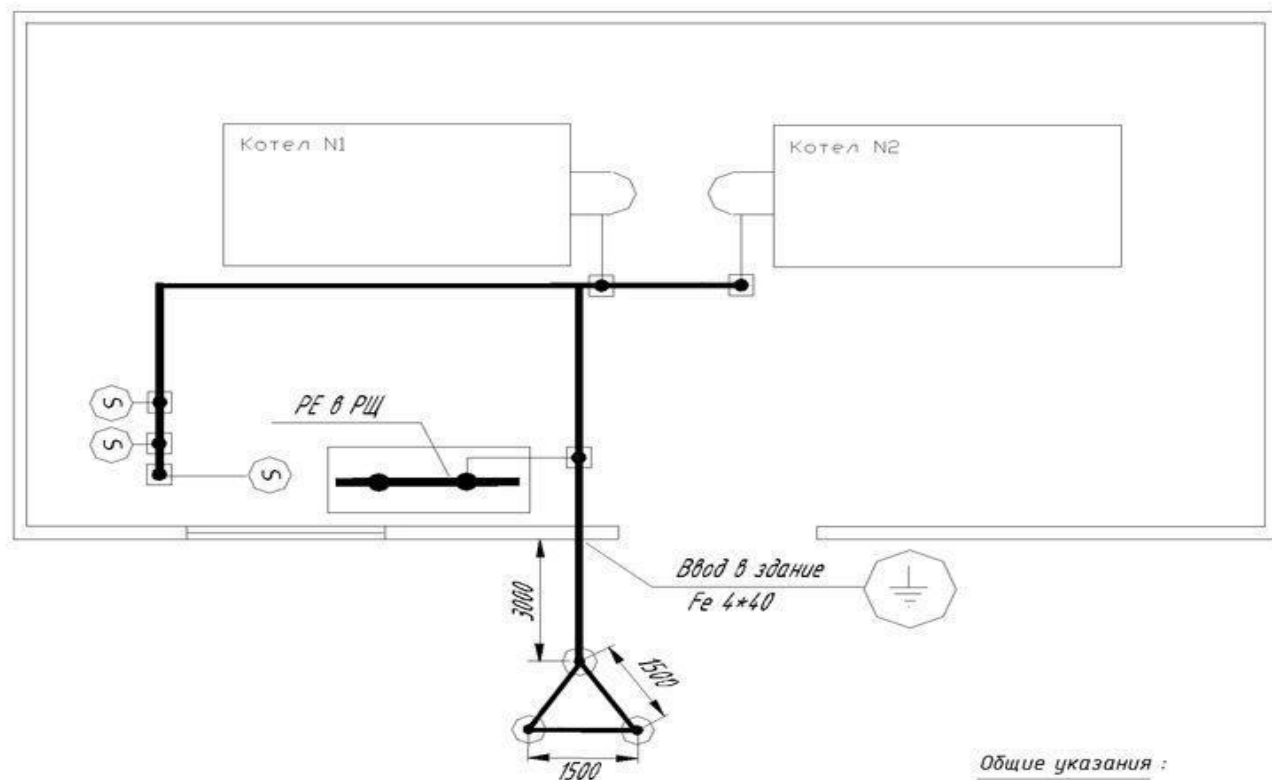


Элементы:  
1 — фазные  
2 — фазные  
вод;

Устройства,  
земли:

Устройства  
защиты;  
ток реле.





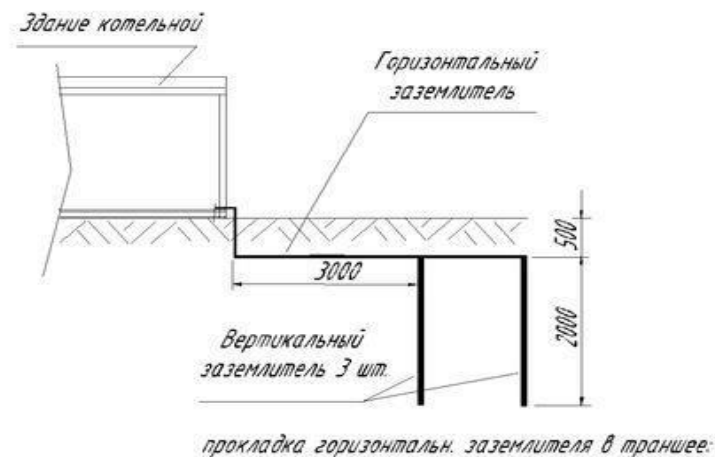
Условные обозначения:

- главная заземляющая шина (сталь 40x4)
- болтовое соединение (болт М8x20)
- защитный проводник (провод медн. ПВЗ 1x10)
- ⊙ электродвигатель
- ⊙ заземлитель (сталь круглая  $\varnothing 22$  мм)
- ⊙ электроприбор
- электрошкаф

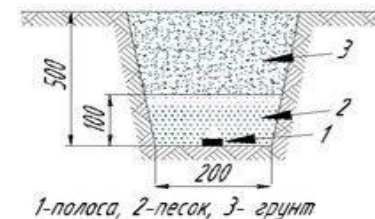
Общие указания :

1. Принятый тип системы заземления электрических сетей – TN-C-S (ГОСТ 30331.2-95).
2. Наружное заземляющее устройство выполнить из трех электродов круглой стали  $L=2$  м,  $D=22$  мм, соединенных между собой по контуру полосовой сталью  $S=40 \times 4$  мм.
3. Заземляющие электроды установить в грунт на глубину 2,5 м. Соединительные шины уложить в грунт на глубину 0,5 м.
4. Все соединения выполнить сваркой, при этом: длина нахлеста должна быть равна ширине проводника – при прямоугольном сечении, и шести диаметрам – при круглом сечении. СНиП 3.05.06-85, п.3.248.
5. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом в сухих суглинистых грунтах.
6. Наружное заземляющее устройство соединить полосовой сталью с внутренним контуром заземления с помощью сварки.

Вид сбоку:

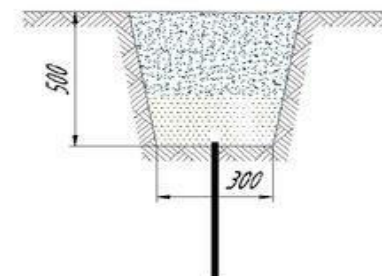


прокладка горизонтальн. заземлителя в траншее:



1-полоса, 2-песок, 3- грунт

установка вертикальных заземлителей:



Примечание:

Верхний конец вертикальных заземлителей должен быть заглублен на 0,5 м

Рис. 20 Заземление котельной

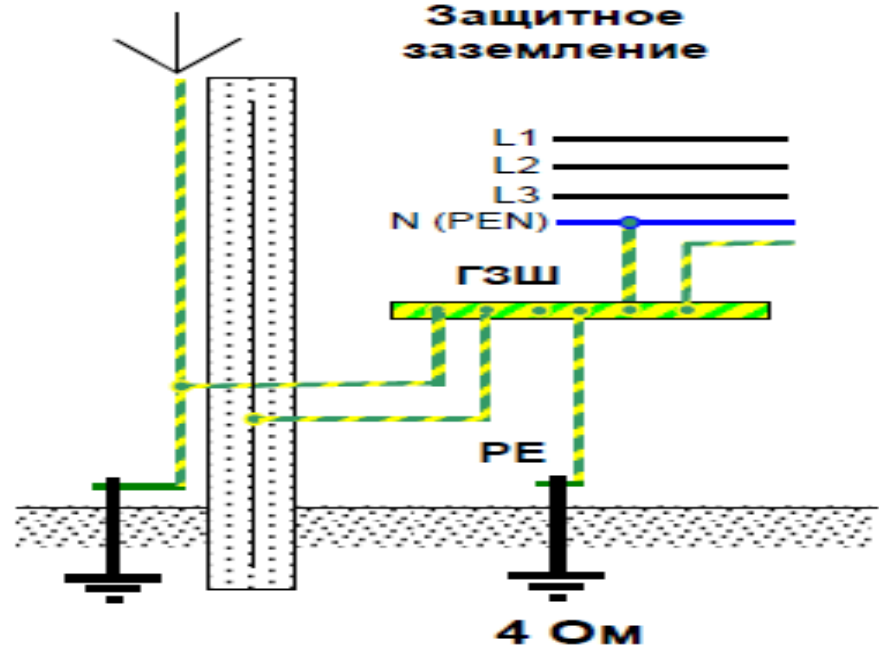


## Части электроустановок,

### **не подлежащих** заземлению и занулению

- 1) корпуса, установленные на заземленных (зануленных) металлических конструкциях (искл. – взрывоопасные зоны);
- 2) арматура изоляторов, оттяжек, кронштейнов, осветительных приборов при установке их на деревянных опорах воздушных ЛЭП;
- 3) корпуса электроприемников с двойной изоляцией;
- 4) съемные или открывающиеся части камер РУ и ограждений, если на них не установлено ЭО, или если напряжение установленного ЭО не более 25 В (искл. – взрывоопасные зоны);
- 5) металлоконструкции РУ, металлические кабельные конструкции при условии надежного контакта с установленным на этих конструкциях заземленным (зануленным) электроустановок;
- 6) элементы крепления кабелей и проводов – металлические скобы, закрепы, проходные трубы.

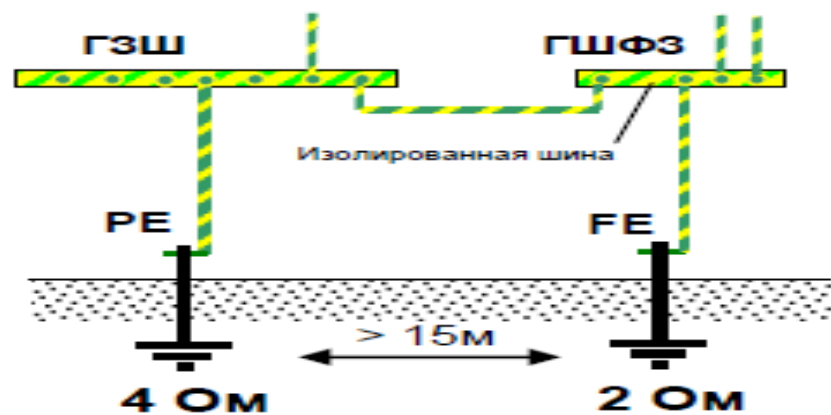
### Защитное заземление



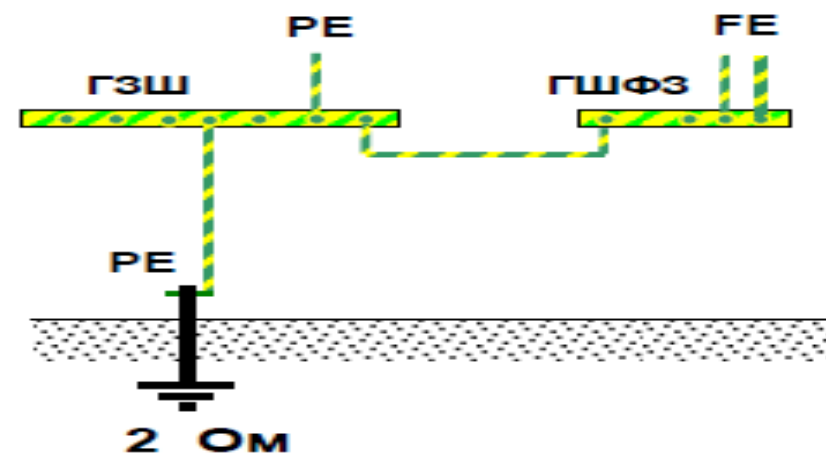
### Вариант А. FE без соединения с ГЗШ

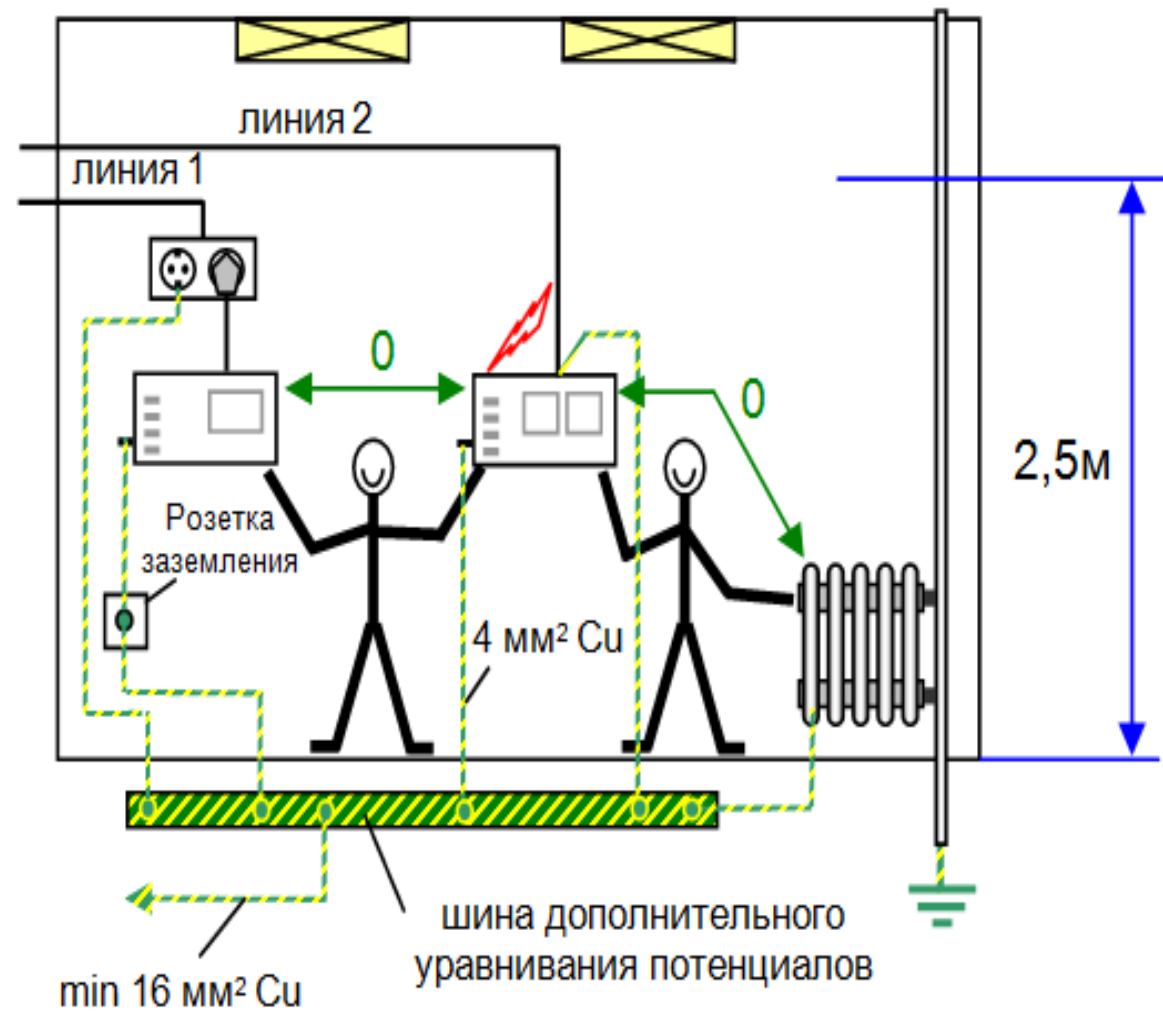
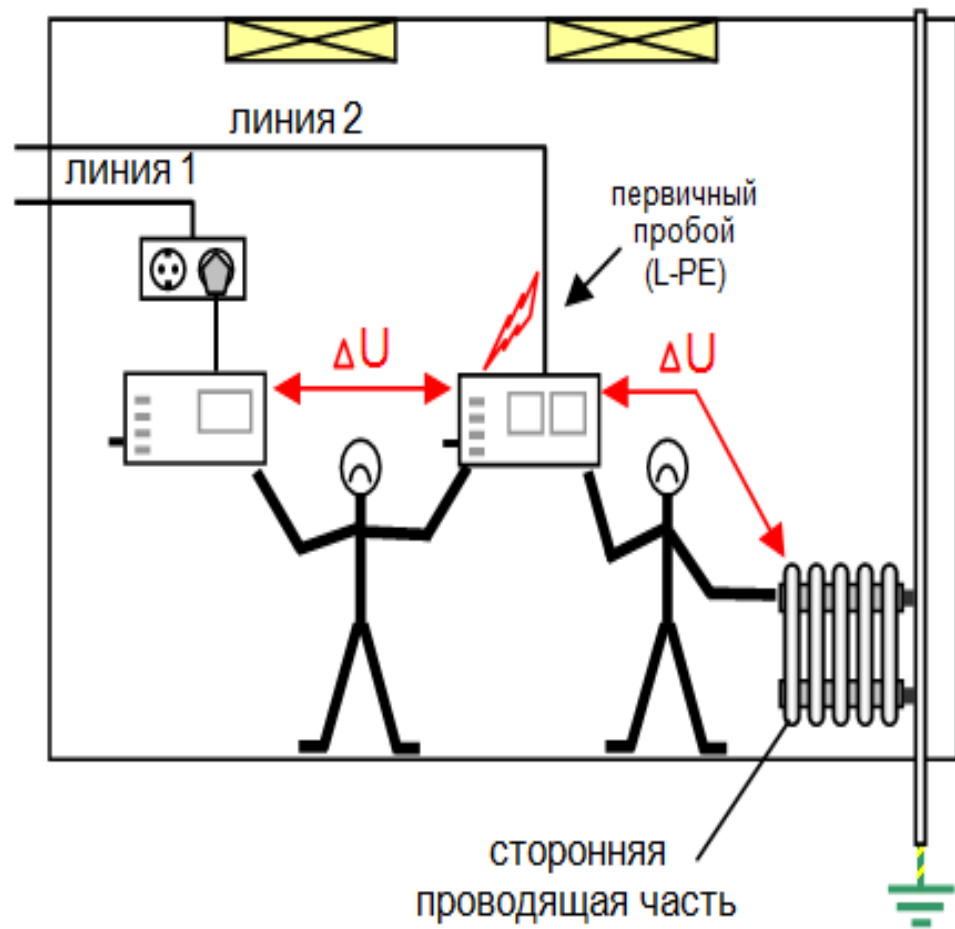


### Вариант В. FE соединено с ГЗШ проводником уравнивания потенциалов



### Вариант С. В виде шестого проводника





**Вопрос:** Какие правила установки заземления?

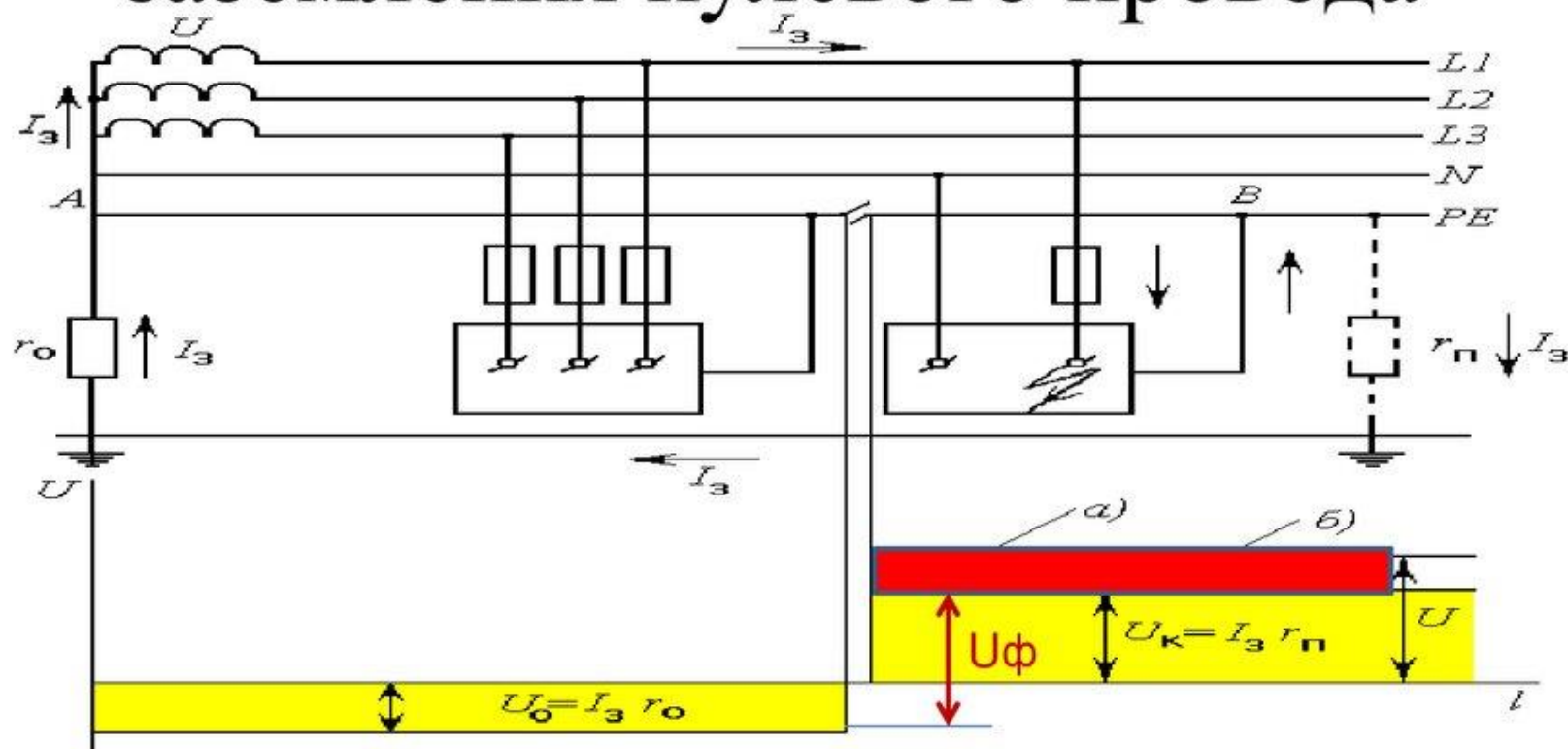
**Ответ:** Заземления устанавливаются на токоведущей части непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Переносное заземление сначала присоединяется к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, устанавливается на токоведущие части. Переносное заземление снимается в обратной последовательности; сначала с токоведущих частей, а потом отсоединяется от заземляющего устройства.

Установка и снятие переносных заземлений проводится в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках выше 1000 В изолирующей штанги. Закрепляются зажимы переносных заземлений этой же штангой или непосредственно руками в диэлектрических перчатках.

Запрещается использовать для заземления проводники, не предназначенные для этой цели, а также производить присоединение заземлений путем их скрутки.

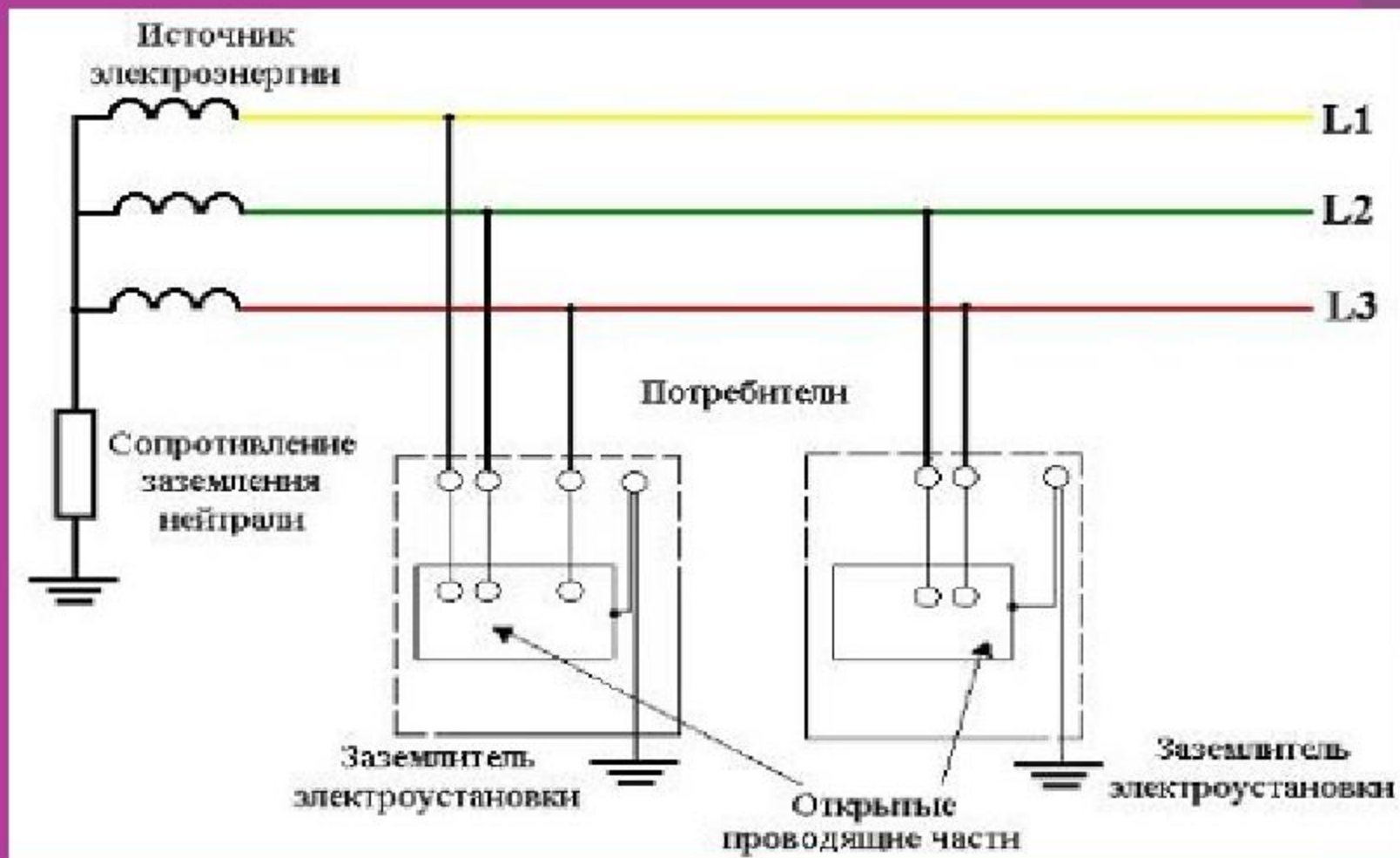
Допускается, в тех случаях, когда сечение жил кабеля не позволяет применить переносные заземления, у электродвигателей до 1000В необходимо заземлять кабельную линию медным проводником сечением не менее сечения жилы кабеля либо соединять между собой жилы кабеля и изолировать их. Такое заземление или соединение жил кабеля учитывается в оперативной документации наравне с переносным заземлением.

## 6. Назначение повторного заземления нулевого провода



При обрыве НЗП и замыкании на корпус за местом обрыва НЗП – корпуса без повторного заземления имели бы фазный потенциал, а с повторным заземлением фазное напряжение (220 В) перераспределяется пропорционально сопротивлениям заземления нейтрали и повторного.

# Схема защитного заземления сетей



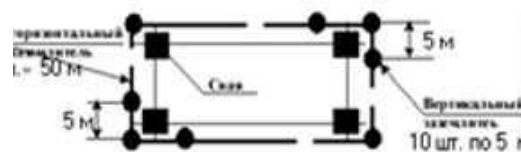
## Расчет заземления

### Исходные данные

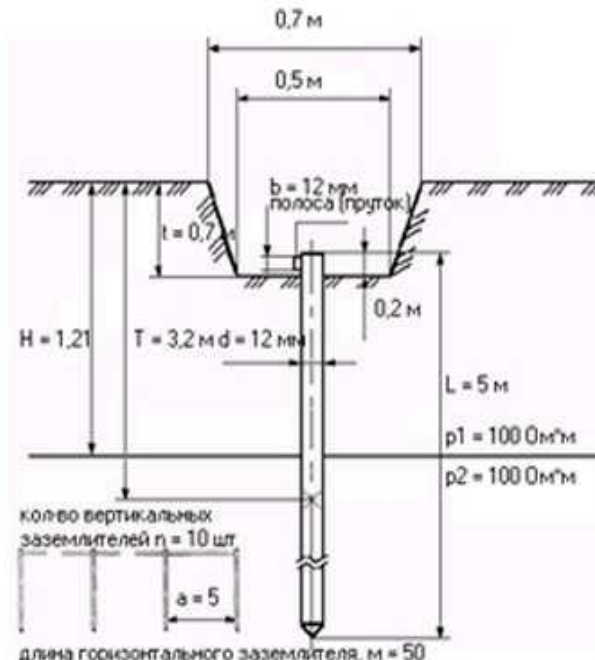
Длина вертикального заземлителя  $L$ , м = 5  
 Расстояние между вертикальными заземлителями  $1 \times L$ ,  $a = 5$  м  
 Диаметр (ширина) вертикального заземлителя  $d$ , мм = 12  
 Заглубление вертикального заземлителя  $t$ , м = 0,7  
 Толщина верхнего слоя грунта  $H$ , м = 1,21  
 Ширина (диаметр) горизонтального заземлителя  $b$ , мм = 12  
 Расстояние от центра вертикального заземлителя до поверхности земли  $T$ , м = 3,2  
 Сезонный климатический коэффициент вертикального заземлителя,  $C_v = 1,6$   
 Сезонный климатический коэффициент горизонтального заземлителя,  $C_g = 3,5$   
 Удельное сопротивление верхнего слоя грунта  $\rho_1$ , Ом\*м = 100  
 Удельное сопротивление нижнего слоя грунта  $\rho_2$ , Ом\*м = 100  
 Материал вертикального заземлителя: пруток  
 Материал горизонтального заземлителя: полоса  
 Расположение заземлителей: по контуру  
 Вид заземления: Рабочее заземление нулевой точки трансформатора(генератора)  
 Нормируемое сопротивление при  $U = 380/220В$ , Ом = 4  
 Коэффициент использования вертикального заземлителя = 0,62  
 Коэффициент использования горизонтального заземлителя = 0,36

### Расчет

Эквивалентное удельное сопротивление, Ом\*м = 103,98  
 Сопротивление одиночного вертикального заземлителя, Ом = 23,64  
 Коэффициент заземления при удельном экв. сопротивлении более 100 Ом\*м = 1,04  
 Нормируемое сопротивление, при этом, составляет, Ом = 4,16  
 Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя, Ом = 63,23  
 Сопротивление растекания искусственного заземления, Ом = 4,27  
 Количество вертикальных заземлителей, шт = 10  
 Длина горизонтального заземлителя, м = 50



Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №



$$\rho_{\text{экв}} = \Psi \rho_1 \rho_2 L / [\rho_1 \Psi (L - H + t) + \rho_2 (H - t)]$$

$$R_0 = [\rho_{\text{экв}} / 2\pi L] [\ln(2L/D) + 0,5 \ln((4T + L)/(4T - L))]$$

$$R_{\text{норм}} = R_{\text{н}} \rho_{\text{экв}} / 100 \text{ при } \rho_{\text{экв}} > 100 \text{ Ом м}$$

$$R_{\text{г}} = 0,366 (\rho_{\text{экв}} \Psi / L_{\text{г}} \eta_{\text{г}}) \lg(2L_{\text{г}}^2 / bt)$$

$$R_{\text{в}} = (R_{\text{г}} R_{\text{н}}) / (R_{\text{г}} - R_{\text{н}})$$

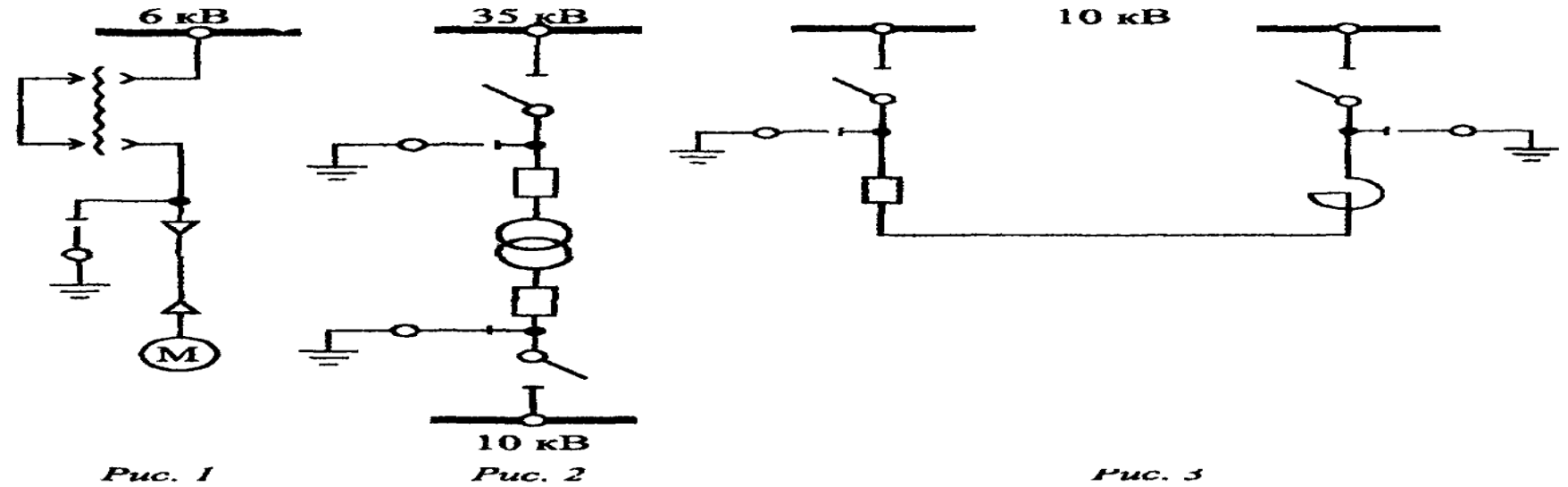
$$n = R_0 / R_{\text{в}} \eta_{\text{с}}$$

$$L_{\text{г}} = a(n - 1) \text{ в ряд, } L_{\text{г}} = a(n) \text{ по контуру}$$

Изм.	Кол. ум.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Утв.					
ГИП					
Расчет искусственного заземлителя					
Разраб.					

Стадия	Лист	Листов
Р	1	1

**ПРИМЕРЫ УСТАНОВКИ ЗАЗЕМЛЕНИЙ  
В СХЕМАХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**



- Рис. 1.* Пример установки заземления при работе на электродвигателе  
*Рис. 2.* Пример установки заземлений при работе на силовом двухобмоточном трансформаторе  
*Рис. 3.* Пример установки заземлений при работе на секционном реакторе и его выключателе

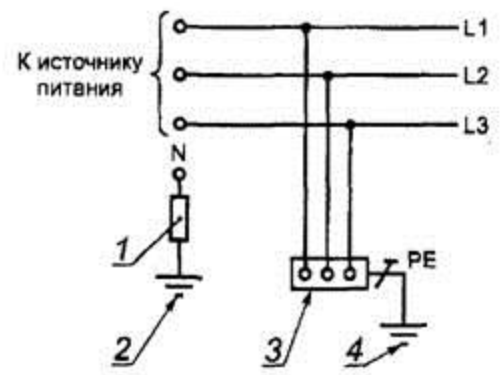


## Проектирование ЗУ

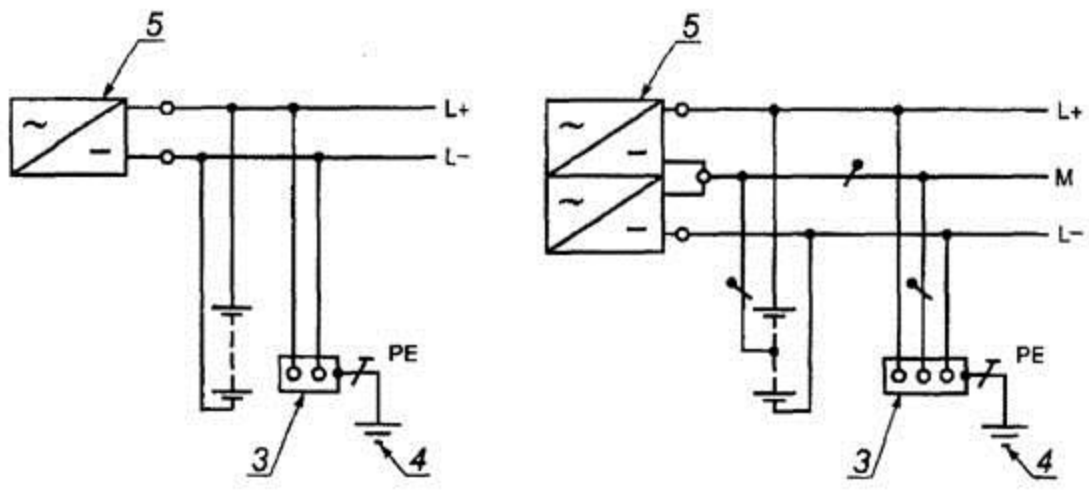
**1.7.90. Заземляющее устройство, которое выполняется с соблюдением требований к его сопротивлению, должно иметь в любое время года сопротивление не более 0,5 Ом с учетом сопротивления естественных и искусственных заземлителей.**

В целях выравнивания электрического потенциала и обеспечения присоединения электрооборудования к заземлителю на территории, занятой оборудованием, следует прокладывать продольные и поперечные горизонтальные заземлители и объединять их между собой в заземляющую сетку.

**1.7.91. Заземляющее устройство, которое выполняется с соблюдением требований, предъявляемых к напряжению прикосновения, должно обеспечивать в любое время года при стекании с него тока замыкания на землю значения напряжений прикосновения, не превышающие нормированных (см. ГОСТ 12.1.038). Сопротивление заземляющего устройства при этом определяется по допустимому напряжению на заземляющем устройстве и току замыкания на землю.**



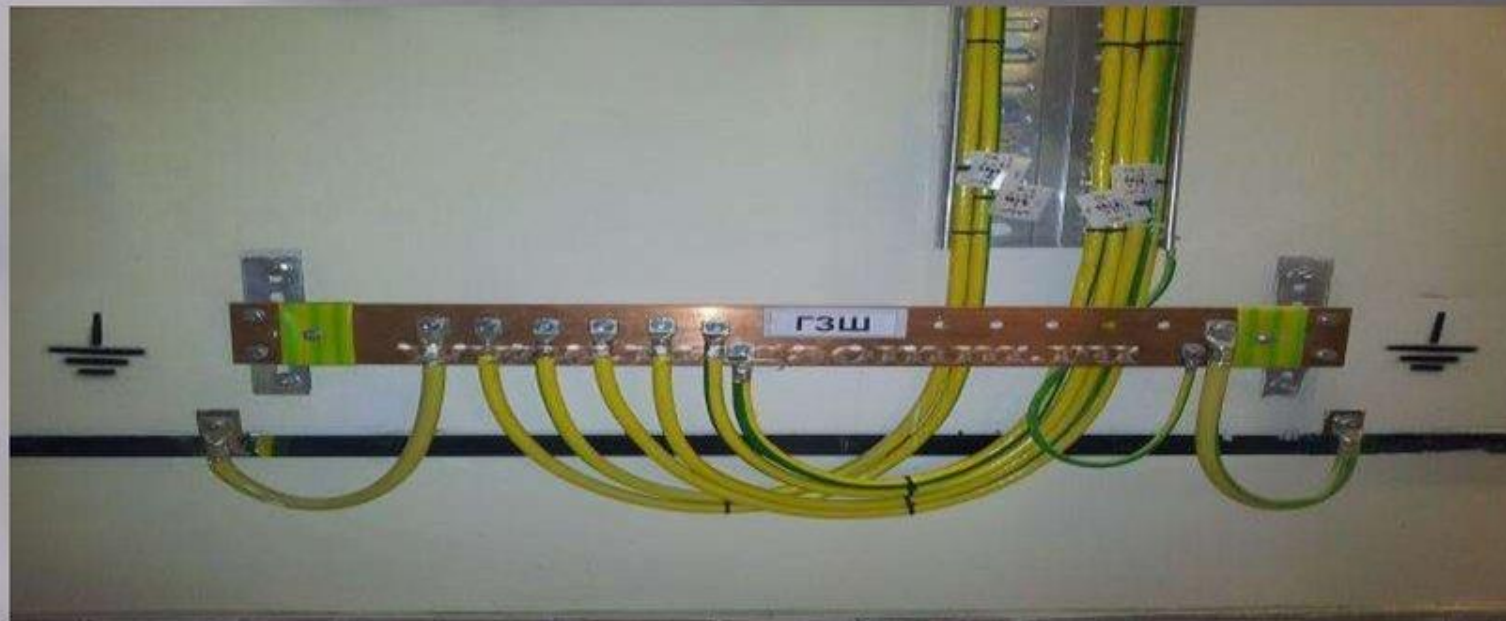
а) переменного тока



б) постоянного тока

1 — сопротивление заземления нейтрали источника питания (если имеется); 2 — заземлитель; 3 — открытые проводящие части; 4 — заземляющее устройство электроустановки; 5 — источник питания

# Монтаж заземляющего устройства к ГЗШ



**Условия установки и правила эксплуатации.** Монтаж и эксплуатация ящиков ГЗШ должны осуществляться на высоте не более 2000 миллиметров, при температурном диапазоне от -45 до +45°С при относительной влажности воздуха 75-80%.

Панели должны быть установлены в вертикальном положении (допускается отклонение по оси не более чем на 5%) и в специально отведенных помещениях. В атмосфере должны полностью отсутствовать какие либо взрывоопасные пары и газы, а также токопроводящий мусор.



Сечение фазных проводников (S) выбирают по расчетному току, допустимой потере напряжения и по механической прочности

Наименьшие сечения (мм<sup>2</sup>) фазных проводников по механической прочности (ГОСТ Р 50571.10)

Тип электроустановки	Назначение		Материал	
	медь	алюминий	медь	алюминий
стандартизированные электроустановки	кабели и изолированные проводники	свободно проложенные кабели	1,5	2,5
	микропроцессорные системы (провода на клеммах)	части сигнализации и управления	0,5	—
		то же для электронного оборудования основного щита	0,1	10
утилитарные электроустановки и кабели	провода сигнализации и управления	4	—	—
	высокоточный монтаж в приборах и устройствах	на стале, дюралюминии и углеродистых сплавах	—	—
	в зонах сверхвысокого напряжения для специального применения в особых случаях	0,75	—	—

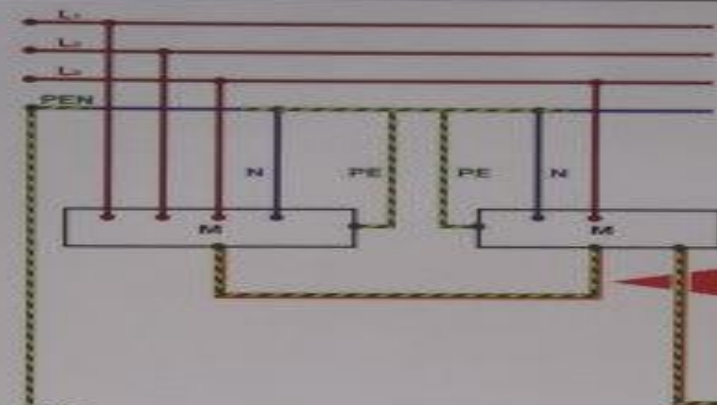
Наименьшее сечение защитных PE - проводников зависит от S - сечения фазных проводников:

S, мм <sup>2</sup>	S ≤ 16	16 < S ≤ 35	S > 35
PE, мм <sup>2</sup>	S	S	S/2

Наименьшие сечения (мм<sup>2</sup>) нулевого рабочего N и совмещенного PEN проводников в зависимости от сечения S (мм<sup>2</sup>) фазного проводника L

Цель	L		N		PEN	
	медь	алюминий	медь	алюминий	медь	алюминий
Оформление	S		S		Не допускается	
	S < 10	S < 16	S		С соблюдением всех требований к PE-проводнику и N-проводнику	
Микроформа	S < 16	S < 25	S		С соблюдением всех требований к PE-проводнику и N-проводнику	
	S > 16	S > 25	< S*		С соблюдением всех требований к PE-проводнику и N-проводнику	

\* При условии:  
 - не превышения допустимых нагрузок по току  
 - L и N-проводники защищены от короткого замыкания  
 Если сечение N-проводника 30, 55, и расчетный ток в N-проводнике значительна, желательно длительно допустимого тока (симметричная нагрузка), достаточно обеспечить защиту фазных проводников от токов короткого замыкания



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**  
 М - открытая проводящая часть  
 С - строительные конструкции зданий  
 P - металлокаркас трубопроводов, входящие в здание  
 — фазный проводник  
 — проводник основной системы выравнивания потенциалов  
 — проводник дополнительной системы выравнивания потенциалов  
 — заземляющий проводник  
 T - заземлитель  
 ГЗШ - главный заземлитель здания

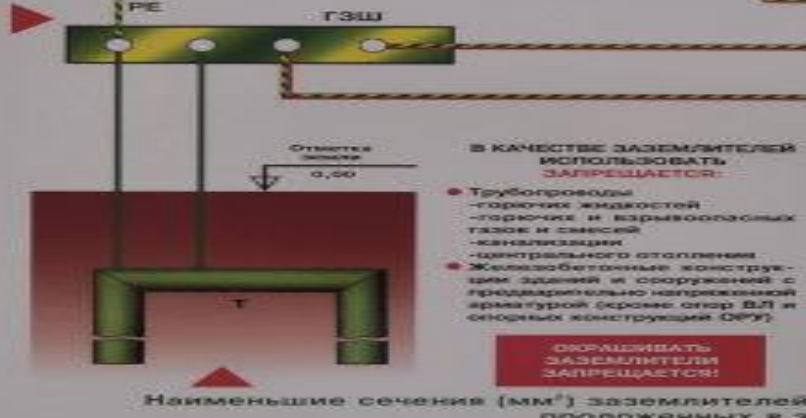
Наименьшее сечение проводника дополнительной системы выравнивания потенциалов, соединяющего открытую проводящую часть 3-х этажного промышленного здания с открытой проводящей частью и стальной проводящей частью

Открытую проводящую часть 3-х этажного промышленного здания

Открытую проводящую часть и стальной проводящей частью

Сечение не менее сечения PE-проводника дополнительной системы выравнивания потенциалов

Сечение не менее сечения PE-проводника дополнительной системы выравнивания потенциалов



Наименьшие сечения (мм<sup>2</sup>) заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле

МАТЕРИАЛ	ПРОФИЛЬ		Круглый D, мм	Прямоугольный d, мм	Угловой d, мм	Трубчатый D, мм d, мм	Слит d, мм
	Круглый	Угловой					
Сталь черная	—	—	D=16/10*	100 мм <sup>2</sup> d=4	100 мм <sup>2</sup> d=4	D=32 d=3,5	—
Сталь оцинкованная	—	—	D=12/10*	75 мм <sup>2</sup> d=3	—	D=25 d=2	—
Медь	—	—	D=12	50 мм <sup>2</sup> d=2	—	D=20 d=2	35 мм <sup>2</sup> d=1,8

\* В числителе при вертикальном расположении элемента, в знаменателе - при горизонтальном

Проводники основной системы выравнивания потенциалов

Наименьшее сечение, мм<sup>2</sup>  
 Как правило, не требуется более, мм<sup>2</sup>  
 Как правило, рекомендуется 1/2 сечения наибольшего из защитных проводников

Медь Алюминий Сталь  
 6 16 50  
 25 50 150

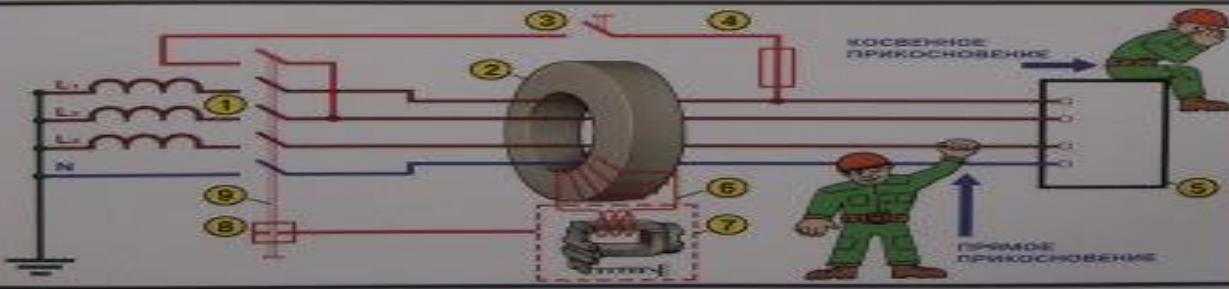
НАИМЕНЬШИЕ СЕЧЕНИЯ (мм<sup>2</sup>) ЗАЩИТНЫХ ПРОВОДНИКОВ, НЕ ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ КАБЕЛЯ

Механическая защита	МАТЕРИАЛ	
	МЕДЬ	АЛЮМИНИЙ
Имеется	2,5	16
Отсутствует	4	—

### УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

УЗО - быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

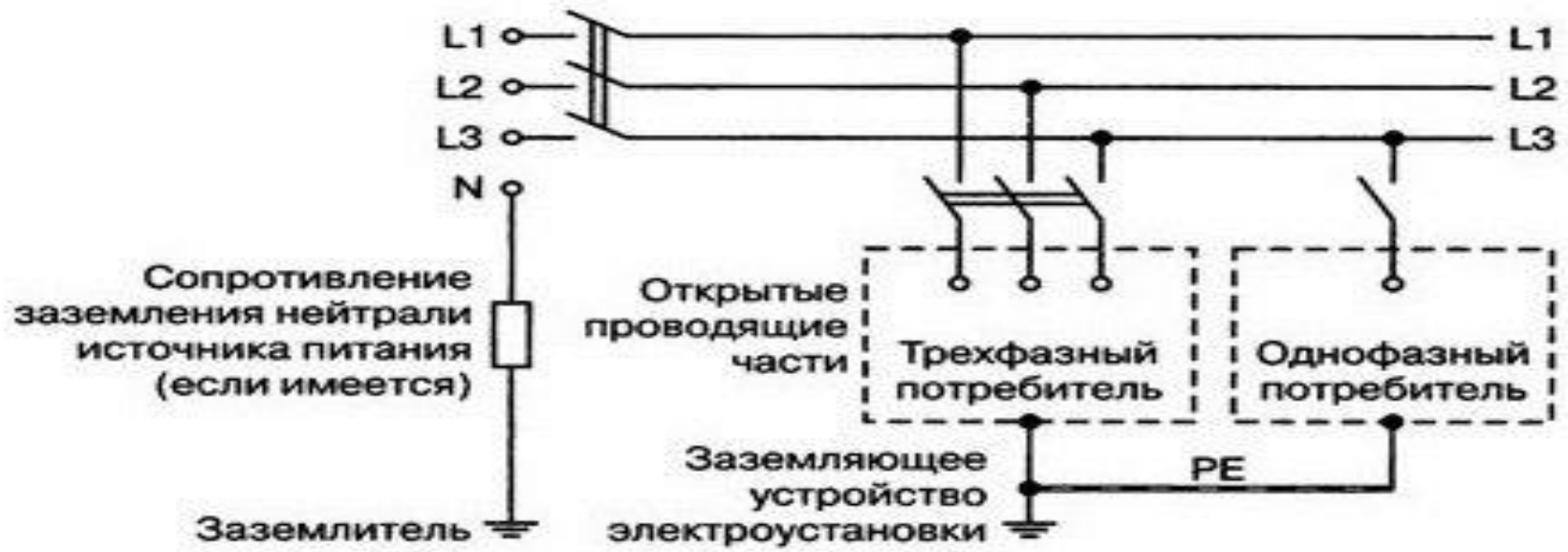
В комплексе с системой выравнивания потенциалов позволяет ограничить и даже исключить токи утечки, обуславливающие токи в проводящих элементах зданий, трубопроводах. Предотвращает поражение электрическим током, а также возгорание проводки неисправной электросети.



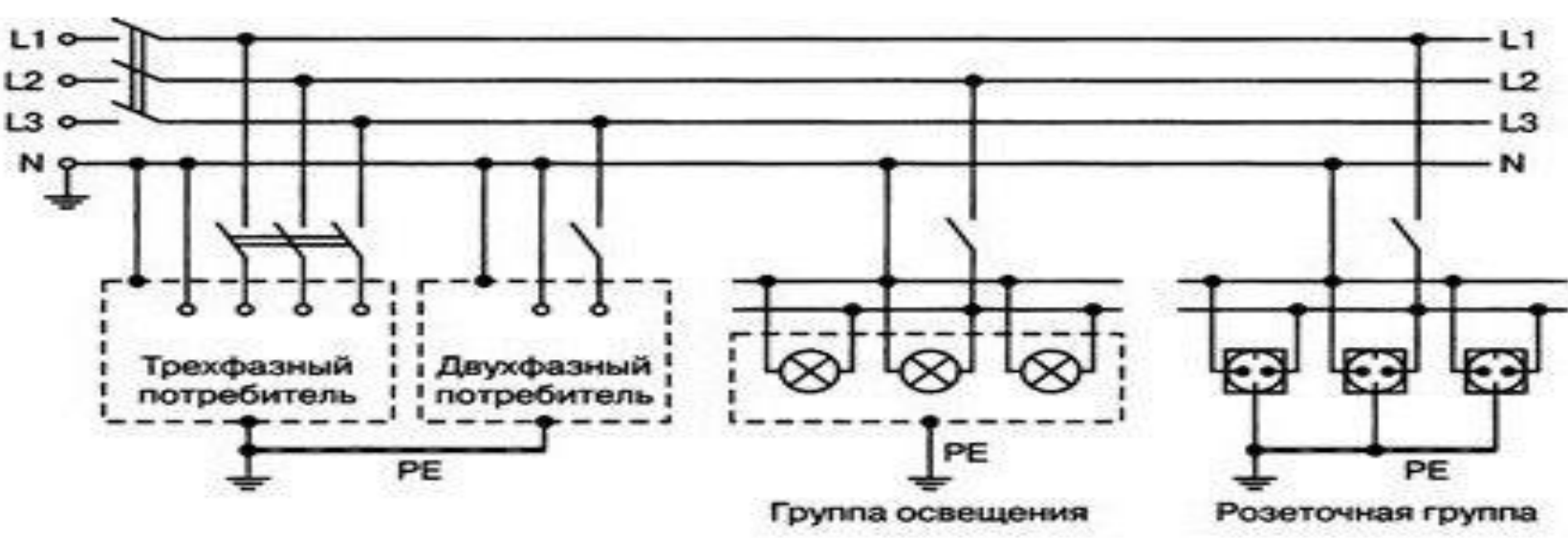
### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТРЕХФАЗНОГО УЗО

При утечке тока на землю или при косвенном прикосновении к токоведущим частям электроустановки 3. Баланс токов в подводящих проводниках 1, а следовательно и магнитных потоков в сердечнике 2 нарушается. Во вторичной обмотке 5 возникает дифференциальный ток (ток небаланса), который вызывает срабатывание реле 7, воздействующего на исполнительный механизм 8. Проводники в действие пружинный механизм контактной группы 9. Электроустановка отключается. Целью срабатывания 4, исполнительный механизм 8 создания дифференциального тока, служит для верификационного контроля исправности УЗО путем нажатия кнопки 3.

Система с изолированной нейтралью IT:



Система с заземленной нейтралью TT:



## **Установка заземления. Хранение и учет заземления.**

- Устанавливать заземление на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Переносные заземления сначала нужно присоединить к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, установить на токоведущие части. Снимать переносные заземления необходимо в обратной последовательности: сначала снять его с токоведущей части, а затем от заземляющего устройства.
- Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться диэлектрическими перчатками с применением в электроустановках выше 1000 В изолирующей штанги.
- Переносные заземления должны быть пронумерованы и храниться в отведенных для этого местах в соответствии с номерами имеющихся на этих комплектах.
- Все переносные заземления должны учитываться по номерам с указанием мест их нахождения.



