

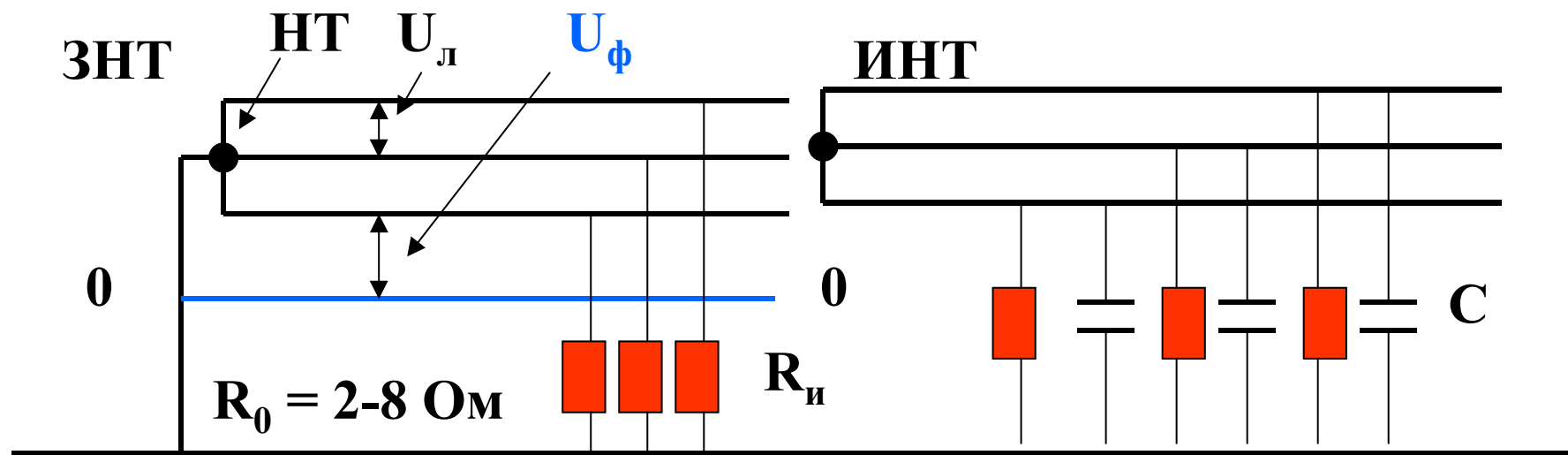
# **Безопасность жизнедеятельности**

## **Электронный курс лекций**

### **Глава 4**

#### **Безопасная эксплуатация электроустановок**

## 4.1. Анализ электрических сетей по условиям безопасности



По технологическим требованиям предпочтение часто отдаётся четырёхпроводным сетям с ЗНТ, так как они по сравнению с трёхпроводными позволяют получить с наименьшими затратами два рабочих напряжения - **линейное** и **фазное**. От четырёхпроводной сети с ЗНТ можно питать как силовую нагрузку, включая её между фазными проводами, так и осветительную, включая её между фазным и нулевым проводником.

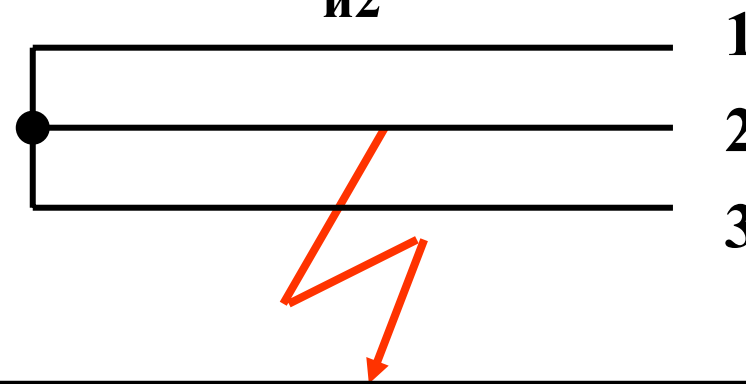
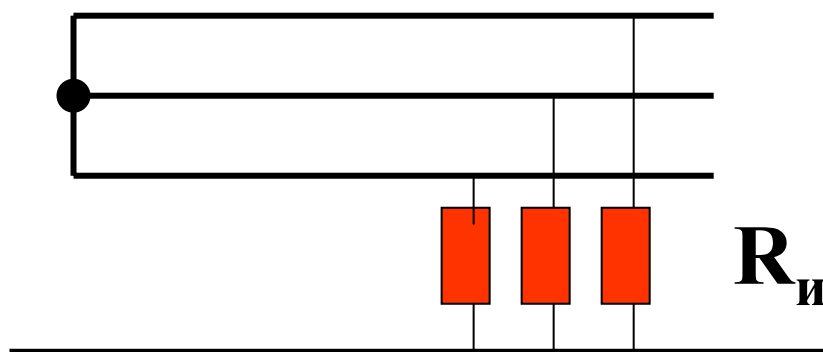
# Режимы работы сети и электроустановки

Нормальный режим работы сети

Аварийный режим работы сети

$$R_{и} = R_{доп.}$$

$$R_{и2} \sim 0$$

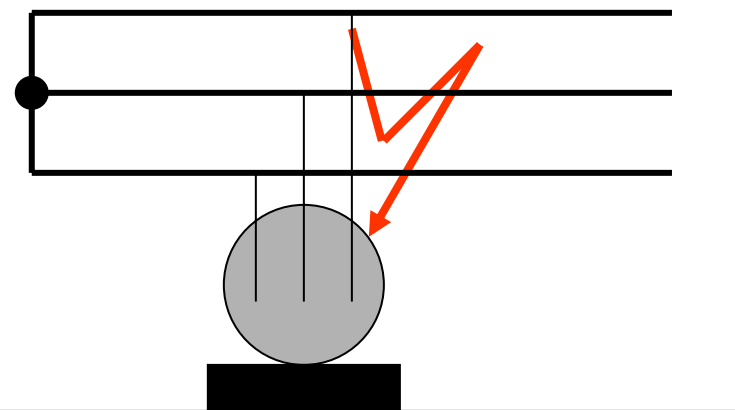
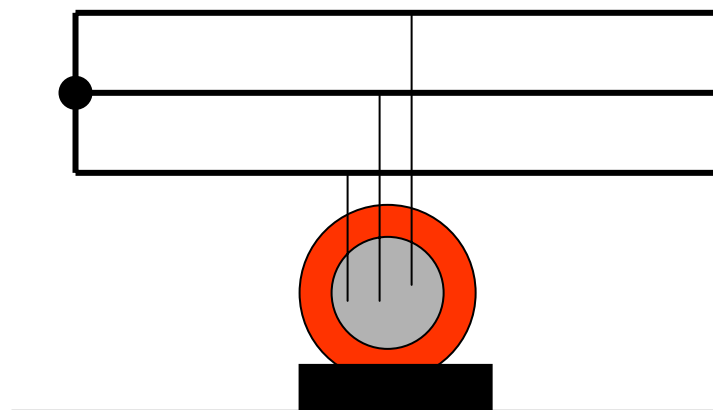


Нормальный режим работы установки

Аварийный режим

$R_{и}$  фаз относительно корпуса =  $R_{доп.}$

Пробой фазы на корпус



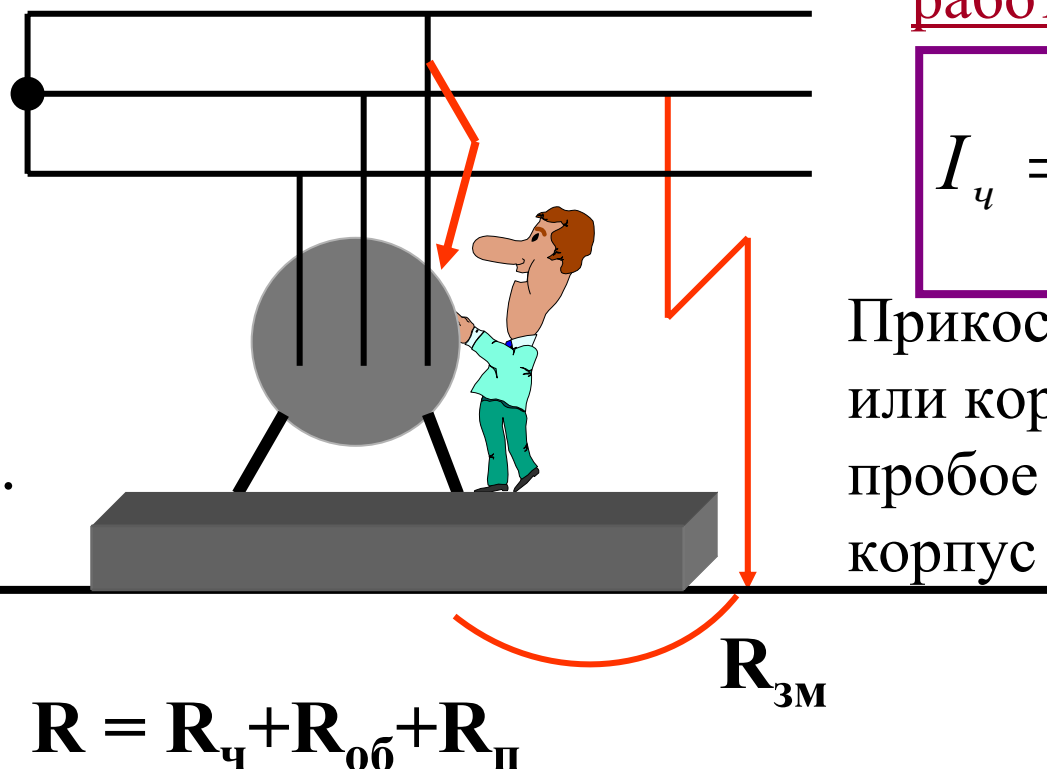
# Преимущества и недостатки сетей с ИНТ и ЗНТ

В сети с **ИНТ**, если происходит замыкание фазы на корпус, при исправной изоляции других фаз, значение силы тока, идущего по корпусу, невелико и работа системы не прерывается. При аварийном режиме работы сети сила тока возрастает, что диктует высокие требования к сопротивлению изоляции.

Нормальный режим работы сети при аварийном режиме установки

$$I_{ч} = \frac{U_{\phi}}{R + R_{и} / 3}.$$

**ИНТ**



Аварийный режим работы сети

$$I_{ч} = \frac{U_{л}}{R + R_{зМ}}.$$

Прикосновение к фазе или корпусу при пробое фазы на корпус

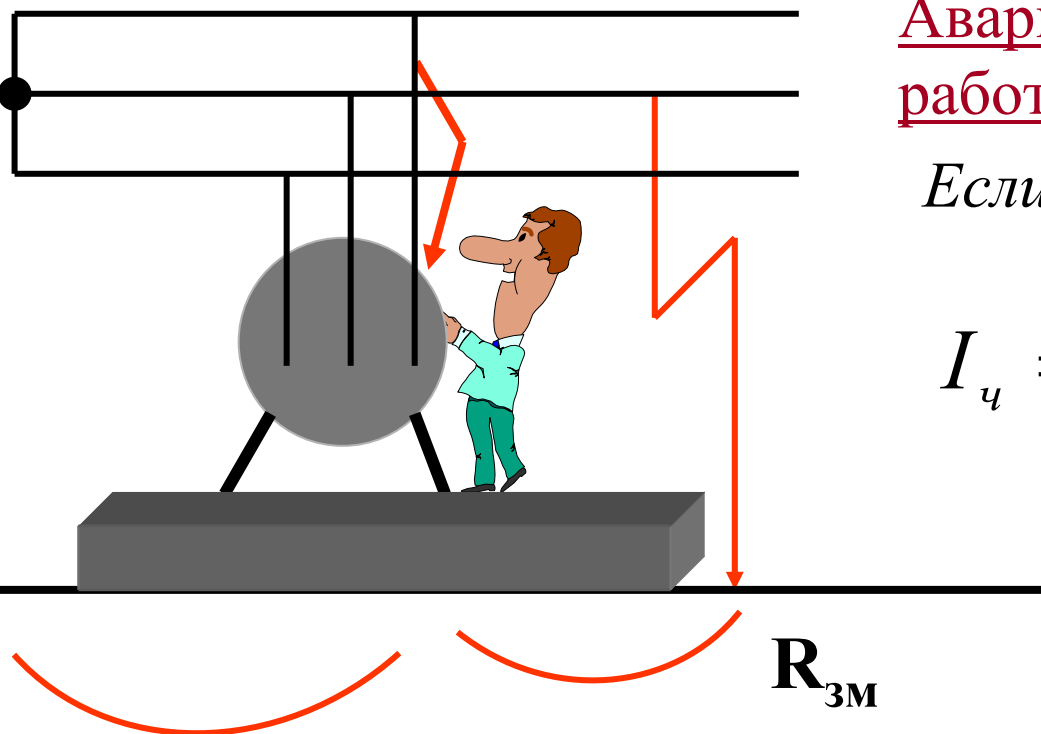
# Преимущества и недостатки сетей с ИИТ и ЗИТ (продолжение)

Достоинством сети с ИИТ является то, что она менее опасна при **нормальном** режиме её работы, чем сеть с ЗИТ. При **аварийном** режиме работы сеть с ЗИТ будет менее опасна, так как напряжение прикосновения будет меньше линейного напряжения, а если  $R_{3M}$  не равно 0, то напряжение прикосновения близко к фазному.

Нормальный режим работы сети

$$I_{ч} = \frac{U_{\phi}}{R}$$

$$R_0 = 2-8 \text{ Ом}^{-1}$$



Аварийный режим работы сети

Если  $R_{3M} \neq 0$ , то

$$I_{ч} = \frac{U_{\phi}}{R}$$

# Преимущества и недостатки сетей с ИНТ и ЗНТ (продолжение)

Недостатком сетей с **ИНТ** является возможность поражения ёмкостным током при их значительной протяжённости. В сетях с **ЗНТ** этой опасности нет.

Схема с **ЗНТ** при замыкании фазы на корпус отключается, так как срабатывает зануление. В результате замыкания фазы на землю или на корпус возникает ток большой силы, что делает эту схему пожароопасной.

При старении и механических повреждениях изоляции оголённый провод, контактируя с любым металлическим предметом, вызывает искрение и дугу, а если в этом случае установлены мощные предохранители, то установка не отключается и вероятность возникновения пожара значительно увеличивается. Пожароопасные ситуации возникают также при перегрузке кабеля.

# Применение сетей с ИНТ

Сети с ИНТ целесообразно применять, когда:

Необходимо обеспечить стабильную работу во времени.

Есть возможность поддерживать высокое сопротивление изоляции проводов.

Протяжённость сетей незначительна.

Велика опасность однофазного прикосновения при расположении человека на токопроводящем полу.

Такие сети применяют на передвижных установках, на судах и на береговых установках небольшой протяжённости.

# Применение сетей с ЗНТ

Сети с ЗНТ применяют в тех случаях, когда:

Трудно обеспечить хорошую изоляцию проводов из-за высокой влажности или агрессивности среды.

Нельзя быстро найти и устранить повреждение изоляции.

Сеть имеет значительную протяжённость.

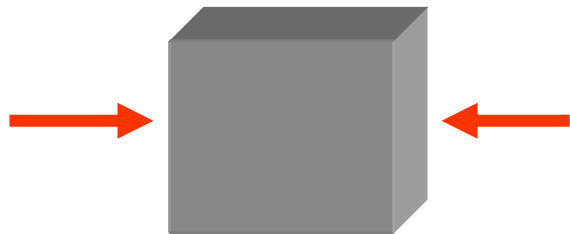
Схемы с ЗНТ широко применяют на промышленных предприятиях, в городских и сельских сетях.



## 4.2. Процесс растекания тока в земле

Процесс растекания тока в земле наблюдается при работе заземлителей, падении на землю оборванного провода, замыкания фазы на землю в результате повреждения изоляции.

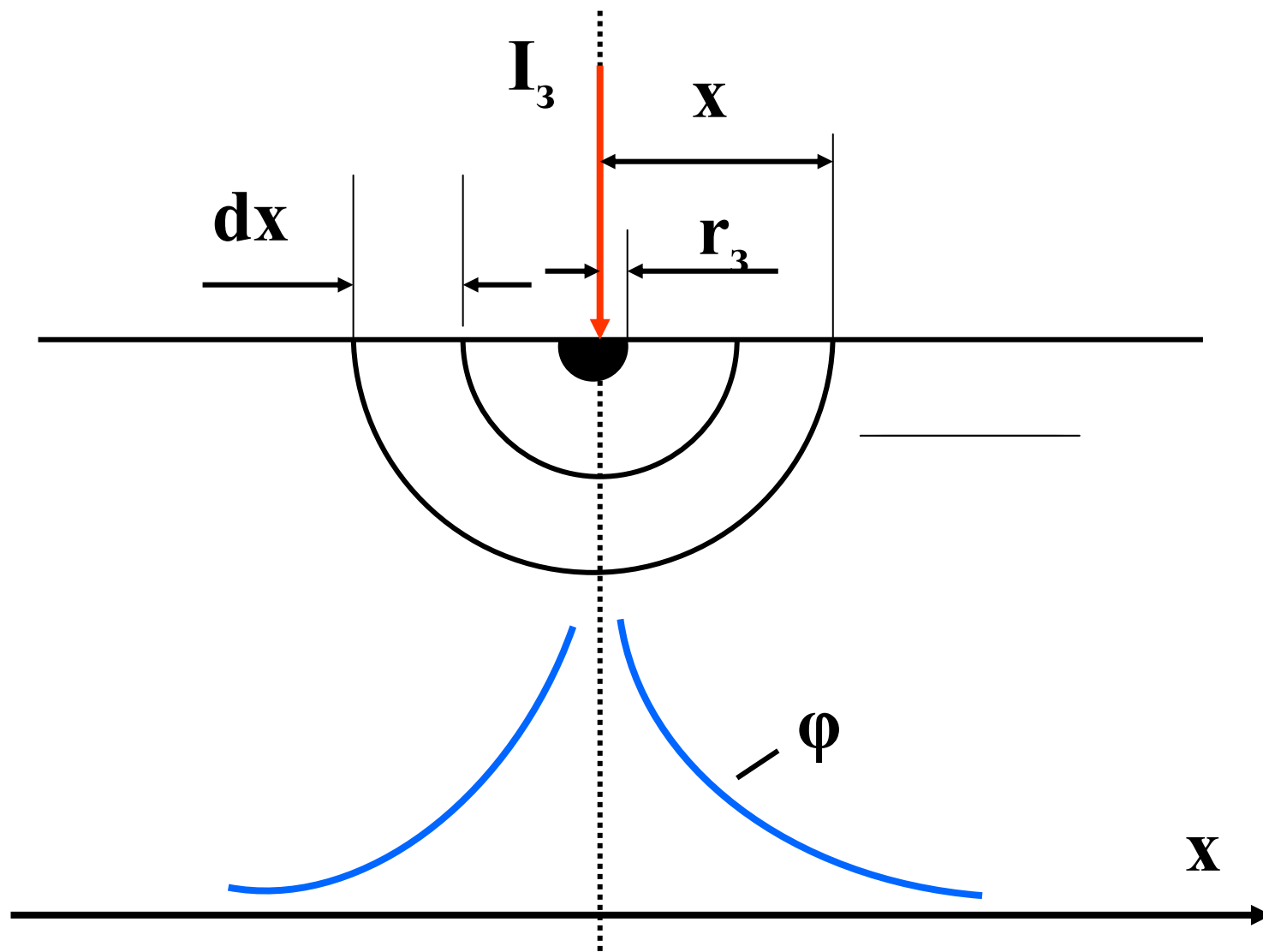
Будем рассматривать заземлитель-электрод полушаровой формы. Считаем, что земля во всём объёме однородна и обладает одинаковым удельным сопротивлением  $\rho$  (Ом\*м).



**Удельное сопротивление грунта  $\rho$  - это сопротивление 1 м<sup>3</sup> грунта, к противоположным граням которого приложены измерительные электроды.**

Наибольшую величину  $\rho$  имеет зимой в северных районах при промерзании почвы и летом в южных районах, когда почва сухая. Величина  $\rho$  составляет **50 - 400 Ом\*м**.

# Схема растекания тока в земле



## Плотность тока при его распространении по полушаровой поверхности

$$j = \frac{I_3}{2\pi x^2} ; \quad j = \frac{E}{\rho} ,$$

где  $I_3$  - сила тока замыкания на землю, А;

$x$  - расстояние от электрода до расчётной точки, м;

$E$  - напряжённость электрического поля, В/м.

## Падение напряжения в слое толщиной $dx$

$$dU_x = E \cdot dx = \iota \cdot \rho \cdot dx = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi r^2} dx .$$

Потенциал  $\varphi$  любой точки на расстоянии  $r$  от электрода определяется интегрированием

$$\varphi = \int_r^{\infty} dU_x = \int_r^{\infty} \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi x^2} dx = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi} \int_r^{\infty} \frac{dx}{x^2} .$$

# Потенциал точки на любом расстоянии от электрода

Табличный интеграл:

$$\int \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x},$$

тогда

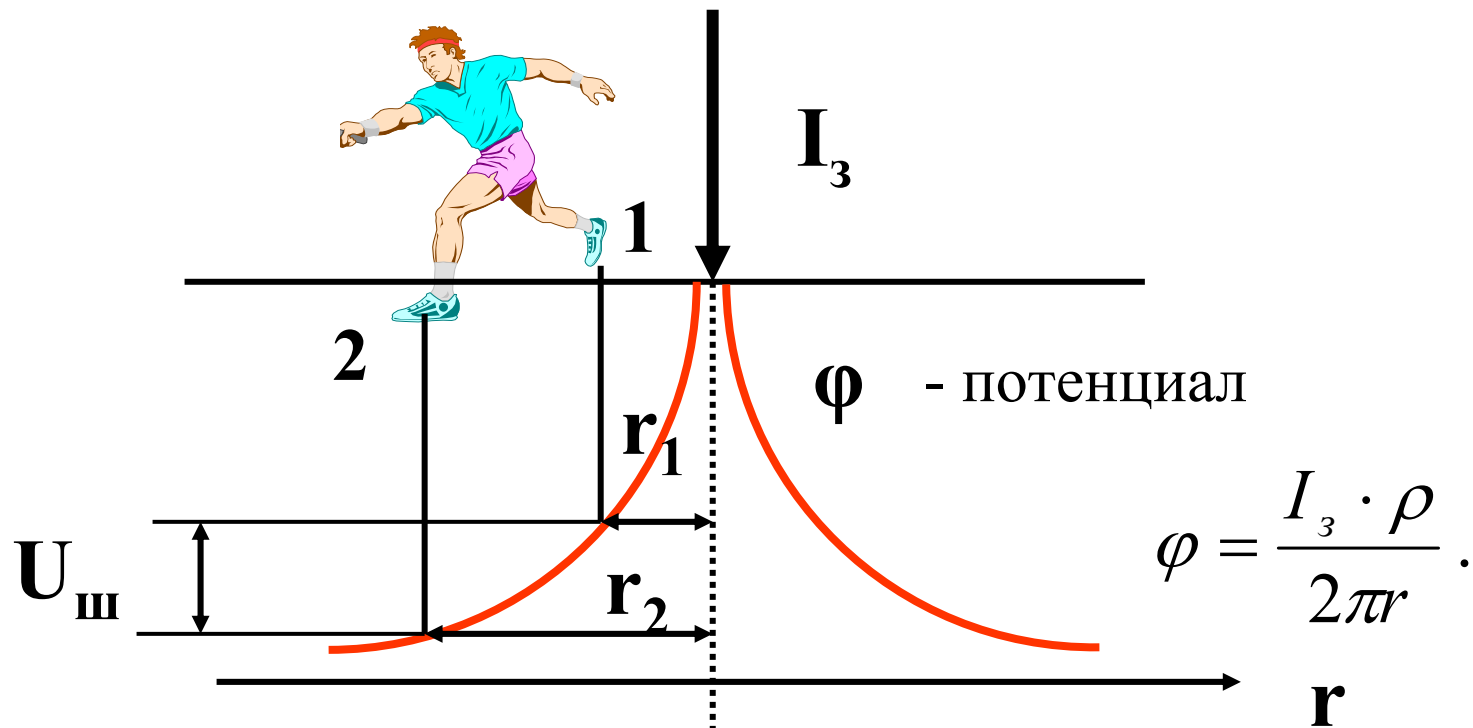
$$\varphi = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi} \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_r^{\infty} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi} \left(0 + \frac{1}{r}\right) = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi r}.$$

$$\varphi = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi r}$$

Последнее выражение является уравнением гиперболы. Максимальный потенциал будет на электроде. Область нулевого потенциала на поверхности земли начинается на расстоянии примерно 20 м от электрода.

## 4.3. Поражение шаговым напряжением

При стекании тока в землю от упавшего провода происходит процесс растекания тока и спад потенциала. Человек, двигаясь по полю растекания тока, может попасть под **шаговое** напряжение.



## Расчёт шагового напряжения

Напряжение между двумя точками на поверхности земли равно разности потенциалов точек **1** и **2**.

$$U_{1-2} = \varphi_{r1} - \varphi_{r2} \cdot$$

Оно соответствует шаговому напряжению.

$$U_{ш} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi r_1} - \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi r_2} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi} \left( \frac{r_2 - r_1}{r_1 \cdot r_2} \right)$$

Ток, проходящий через человека:

$$I_ч = \frac{U_{ш}}{R_ч + 2 R_{об}}, \text{ где } R_ч - \text{сопротивление человека, Ом;} \\ R_{об} - \text{сопротивление обуви, Ом.}$$

## **Действие шагового напряжения**

Из характера кривой спада потенциала видно, что **шаговое напряжение** убывает по мере удаления от заземлителя и увеличивается, при приближении к нему.

Обычно шаговое напряжение меньше, чем напряжение прикосновения. Отмечено много случаев поражения людей шаговым напряжением, особенно в высоковольтных линиях.

При действии тока в ногах возникают судороги и человек падает. В результате - цепь тока замыкается вдоль его тела через дыхательные мышцы и сердце, причём человек замыкает точки с большей разностью потенциалов, так как расстояние между точками увеличивается до размеров роста человека.

**Выходить из зоны растекания тока надо прыжками на одной ноге или переставляя соединённые вместе ступни с носков на пятки.**



## 4.4. Устройство защитного заземления

**Защитное заземление** - это электрическое соединение с землёй металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением из-за пробоя изоляции.

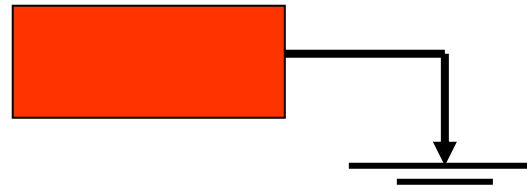
Заземление бывает искусственное и естественное. Естественные заземлители - это водопроводные и другие металлические трубопроводы, металлические конструкции и арматура железобетонных зданий. Искусственным заземляющим устройством называется совокупность заземлителей, соединительной полосы и заземляющих проводников.

Искусственные заземлители-электроды - это стальные стержни, угловая сталь или стальные трубы диаметром 30-50 мм, длиной 2-3 м, забиваемые в грунт и соединённые стальной полосой с помощью сварки.

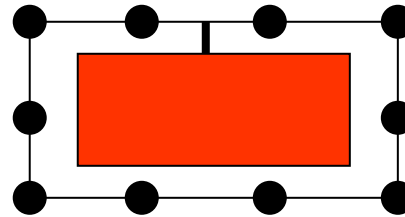
# Типы защитного заземления

По расположению заземлителей относительно электроустановок (ЭУ) заземление делят на:

**Выносное**



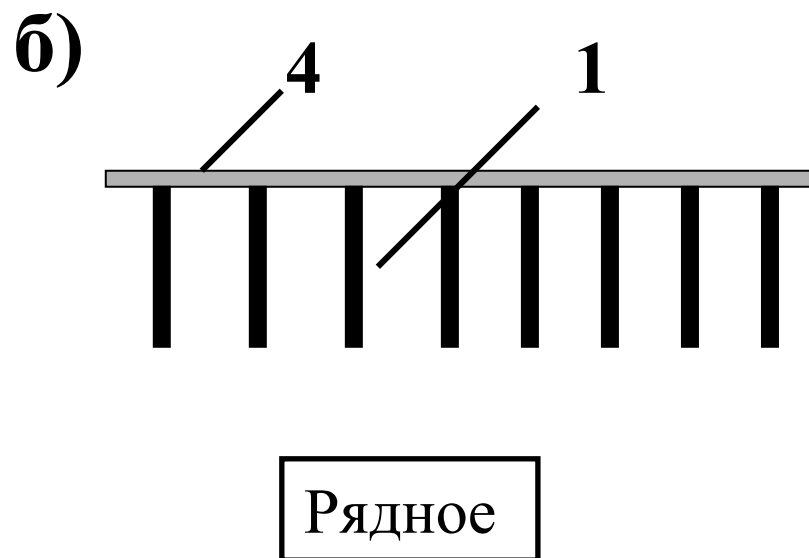
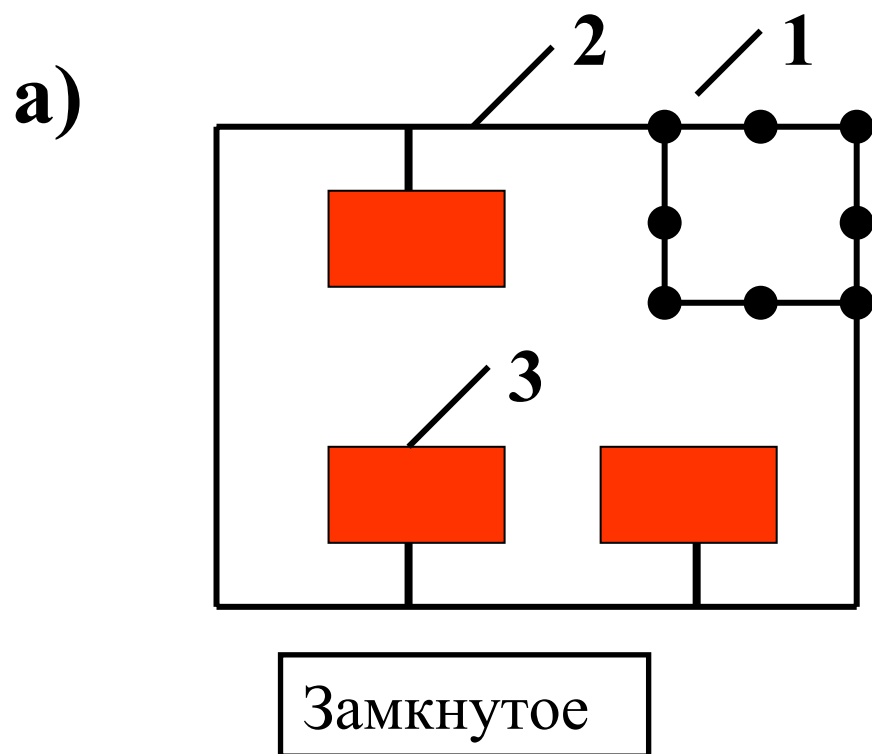
**Контурное**



При выносном заземлении заземлители располагаются на удалении от заземляемого оборудования, а при контурном заземлении - вокруг заземлённых электроустановок.

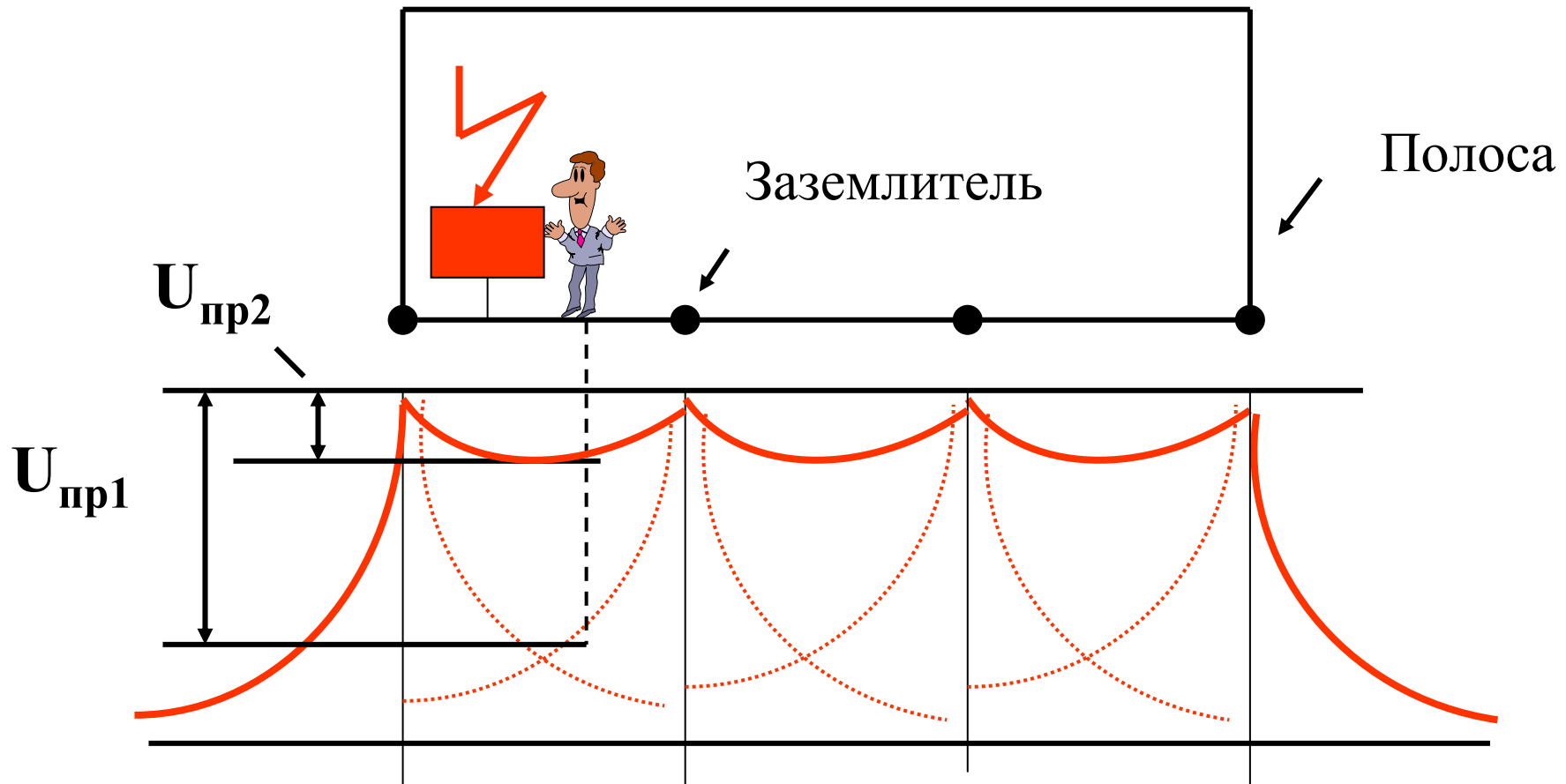
# Типы защитного заземления (продолжение)

Выносное заземление может быть замкнутым (а) и рядным (б).



1 - заземлитель; 2 - заземляющие  
провода; 3 - электроустановки;  
4 - соединительная полоса.

# Контурное заземление



$U_{\text{пр1}}$  - напряжение прикосновения при выносном заземлении;  
 $U_{\text{пр2}}$  - напряжение прикосновения при контурном заземлении.

# Пояснение к схеме контурного заземления

**Выносное заземление** защищает только за счёт своего малого сопротивления, обусловленного большим количеством одиночных заземлителей (20 - 40 шт.).

**При контурном заземлении** поля растекания тока от заземлителей накладываются, и любая точка поверхности грунта внутри контура имеет значительный потенциал. При этом разность потенциалов между точками внутри контура будет снижена. В этом случае ток, проходящий через человека, при его прикосновении к корпусу электроустановки, находящемуся под напряжением, будет меньше, чем при выносном заземлении. Иногда для выравнивания потенциалов внутри контура и за его пределами прокладывают горизонтальные полосы.

$$U_{\text{пр2}} < U_{\text{пр1}}$$

$$U_{\text{пр2}} < U_{\text{пр1}}$$

## 4.5. Расчёт защитного заземления

Сопротивление заземляющего устройства зависит от типа и количества заземлителей, конструкции заземляющего устройства и от свойств и состояния грунта.

Сопротивление системы заземлителей (труб)  $R_{тр}$  определяется:

$$R_{тр.} = \frac{R_{т.о}}{n \cdot \eta}, \quad (1)$$

где  $R_{т.о}$  - сопротивление трубы одиночной, Ом;

$n$  - количество труб-заземлителей (этой величиной задаются);

$\eta$  - коэффициент использования (экранирования) заземлителей, который определяется по справочникам.

# Анализ формулы (1) для расчёта сопротивления системы заземлителей

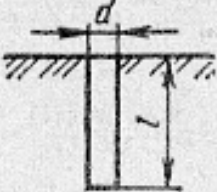
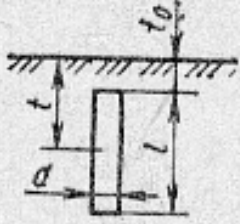
Расчёт сопротивления одиночных заземлителей выполняется по зависимостям, приведённым в справочной литературе.

Сопротивление одиночного заземлителя равно **50 - 100 Ом**, что недостаточно для выполнения требований по допустимому сопротивлению заземляющего устройства. Допустимое сопротивление равно **4 - 10 Ом** в зависимости от мощности установки.

Поэтому количество заземлителей составляет обычно **20 - 30 шт.**

В знаменатель формулы (1) входит коэффициент использования (экранирования) заземлителей, который лежит в пределах 0,5-0,8. Поля растекания тока от заземлителей накладываются, плотность тока возрастает и сопротивление заземления несколько увеличивается.

# Формулы для расчёта сопротивления одиночных заземлителей приведены в справочниках

Тип заземлителя	Схема	Формула
Стержневой круглого сечения (трубчатый) или уголкового у поверхности земли		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln(4l/d) \quad (1)$
То же в земле		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right); \quad (2)$ $t = t_0 + l/2$



# Расчёт общего сопротивления системы заземления

Одиночные заземлители связаны металлической полосой на сварке. Сопротивление одиночной полосы  $R_{п.з}$  с учётом экранирования трубами определяется зависимостью:

$$R_{п.з} = \frac{R_n}{\eta_n},$$

где  $R_{п}$  - сопротивление стальной полосы, соединяющей трубы (справочные данные), Ом;

$\eta_{п}$  - коэффициент использования полосы (справочные данные).

## Расчёт общего сопротивления системы заземления (продолжение)

Общее сопротивление системы заземления, как параллельного соединения системы одиночных заземлителей (труб или угольников) и полосы определяется зависимостью:

$$R_3 = \frac{R_{тр} \cdot R_{п.з}}{R_{тр} + R_{п.з}} .$$

Величина  $R_3$  сравнивается с допустимым значением сопротивления заземления и при необходимости, расчёт повторяется.

## 4.6. Контроль заземляющих устройств

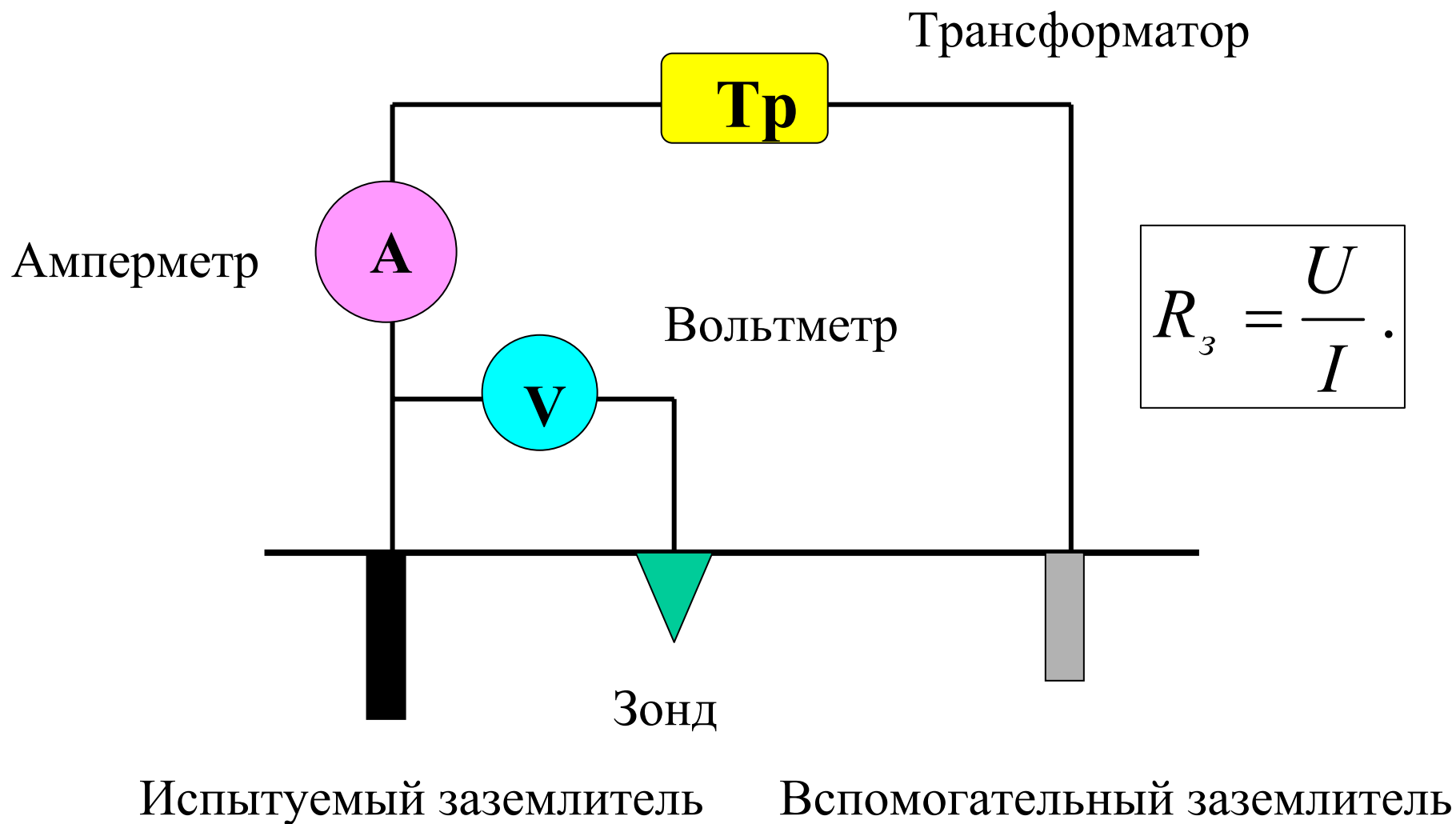
Сопротивление заземления необходимо периодически контролировать, так как из-за коррозии заземлителей или их механических повреждений, оно может превысить допустимую величину.

**Согласно ПУЭ установлены следующие допустимые значения сопротивления заземления  $[R_3]$ :**

«Электроустановки до 1000 В с **ИНТ** - 4 Ом.  
При мощности генератора или трансформатора 100 кВ\*А и менее - 10 Ом.

Сопротивление заземлителей на подстанциях измеряют не реже одного раза в три года, а на предприятиях - один раз в год.

# Метод «амперметра - вольтметра»



## Измерение сопротивления заземления

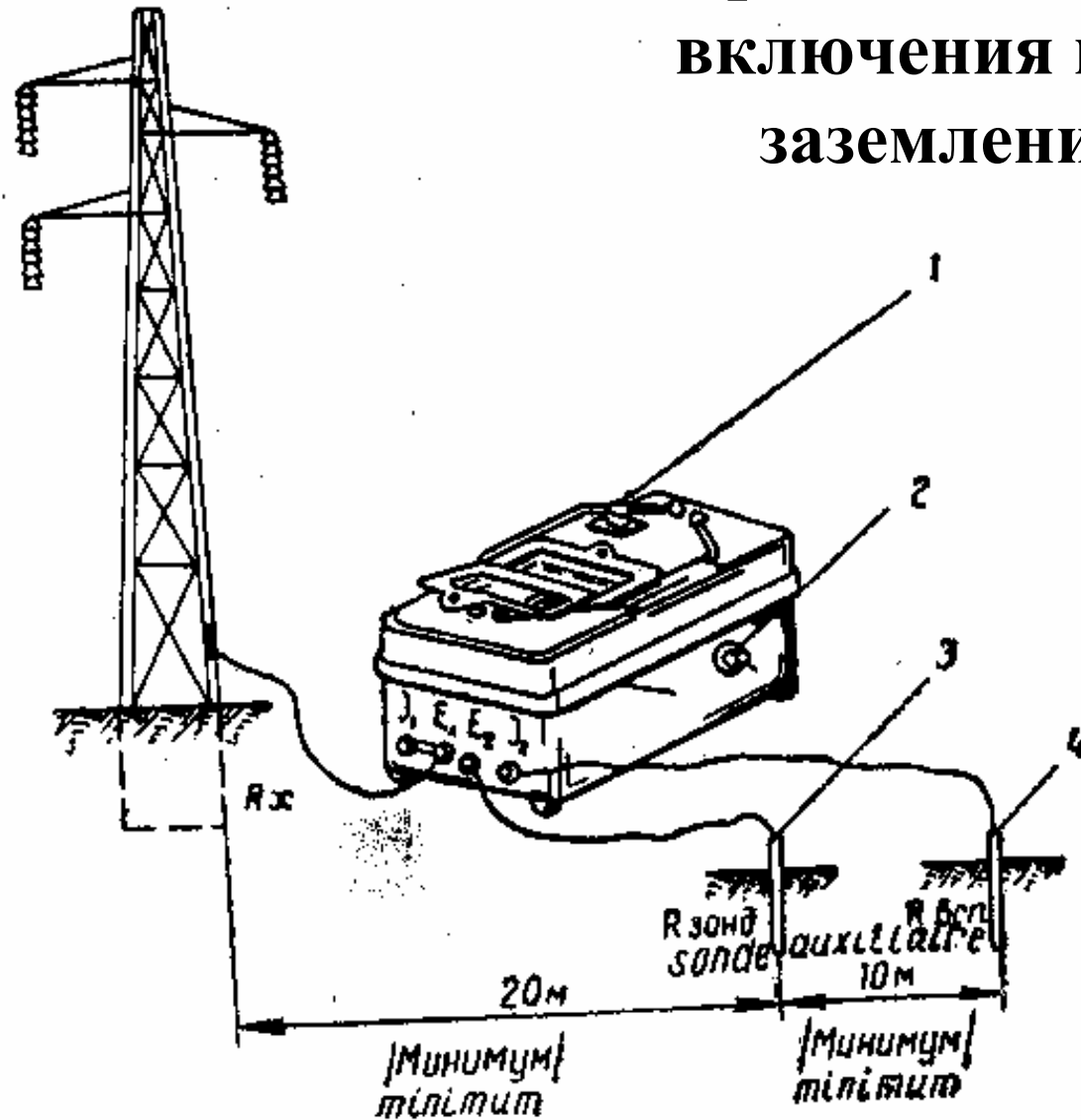
Вспомогательный заземлитель и заземлитель Зонд устанавливаются на таком расстоянии друг от друга и от испытуемого заземлителя, чтобы их поля растекания не накладывались.

**Зонд устанавливается в зоне нулевых потенциалов, что позволяет измерить напряжение относительно точки земли с нулевым потенциалом.**

**Вспомогательный заземлитель служит для создания цепи тока.**

Сопротивление заземления измеряется приборами:  
МС-0,8; М-416 (до 1000 В); ФЧ-103 (больше 1000 В).

# Принципиальная схема включения измерителя заземления МС-08



- 1 - переключатель;
- 2 - реостат;
- 3 - зонд;
- 4 - вспомогательный  
заземлитель.

## 4.7. Измерение и контроль сопротивления изоляции

### Сопротивление изоляции проверяют:

- при сдаче электроустановок;
- после их ремонта;
- при эксплуатации:
  - в помещениях без повышенной опасности - один раз в год;
  - в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - два раза в год.

# Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током

Согласно ПУЭ помещения делят на три группы:

**1. Помещения с повышенной опасностью,** в которых имеет место одно из следующих условий: относительная влажность более 75%; токопроводящий пол; токопроводящая пыль; температура воздуха более +35 градусов.

**2. Особо опасные помещения,** которые характеризуются наличием одного из следующих условий: относительная влажность около 100%; химически активная среда, способная разрушать изоляцию; одновременно два или больше условий первой группы.

**3. Помещения без повышенной опасности,** где отсутствуют вышеупомянутые условия.

**В зависимости от группы помещения выбирают средства электробезопасности.**



# Методы контроля сопротивления изоляции

1. Испытание повышенным напряжением 1000 В переменного тока в течение 1 минуты или постоянным током от мегомметра напряжением 2500 В в течение 5 минут. Этим методом определяется электрическая «прочность» изоляции и выявляются её дефекты.
2. Периодические измерения сопротивления изоляции при отключенной установке.
3. Периодический или постоянный контроль сопротивления изоляции при включённой установке под рабочим напряжением.
4. Контроль замыкания фазы на землю.

До начала и после окончания измерений для предохранения от поражения электрическим током **необходимо снять с сети заряд** посредством заземления.

# Измерение сопротивления изоляции при отключённой установке

Измерение сопротивления изоляции производится мегомметром, который включает генератор постоянного тока. Применяются мегомметры, развивающие напряжение: **500, 1000, 2500 В.**

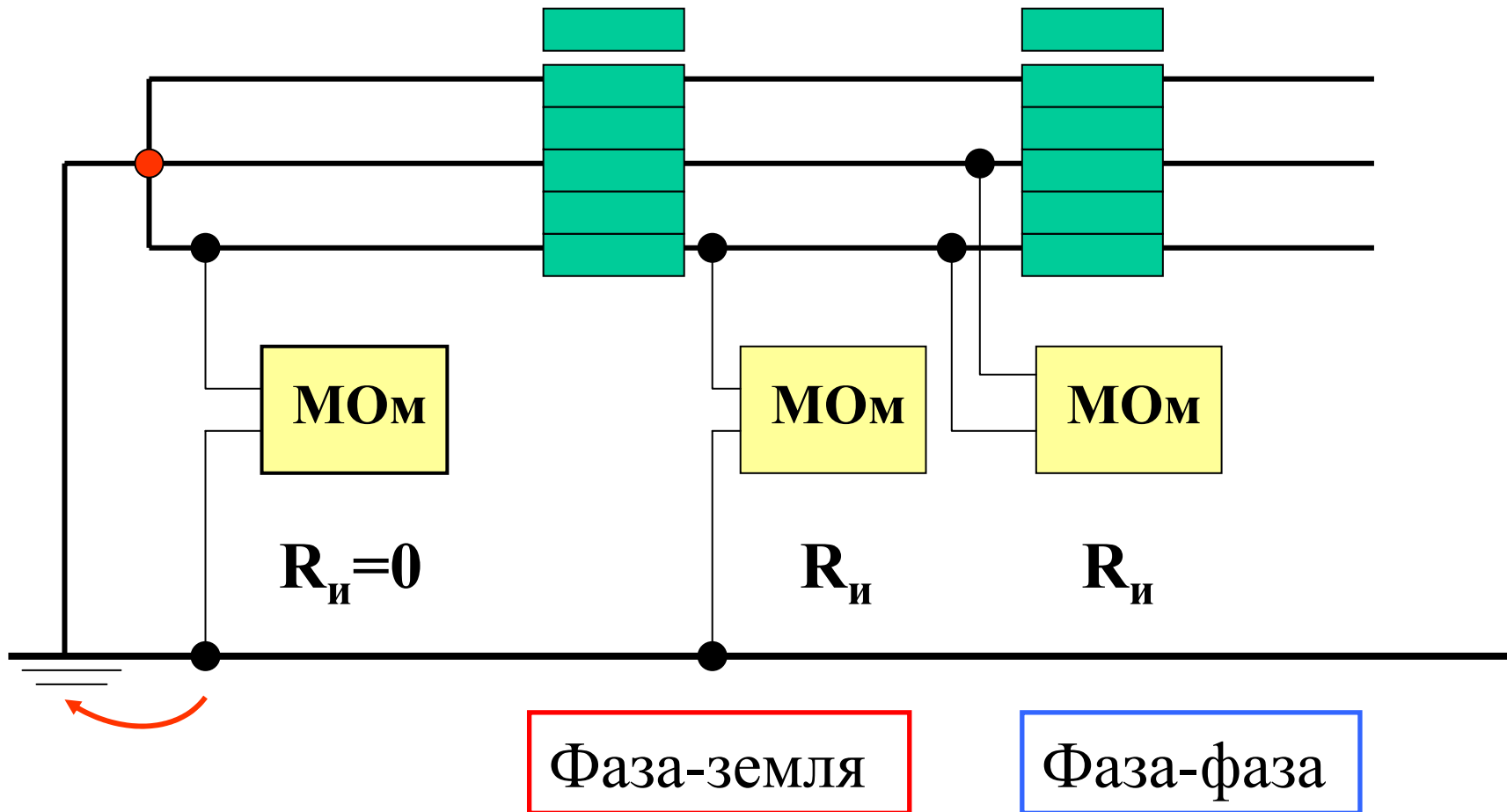
Измеряется сопротивление изоляции каждой фазы относительно земли и между каждой парой фаз.

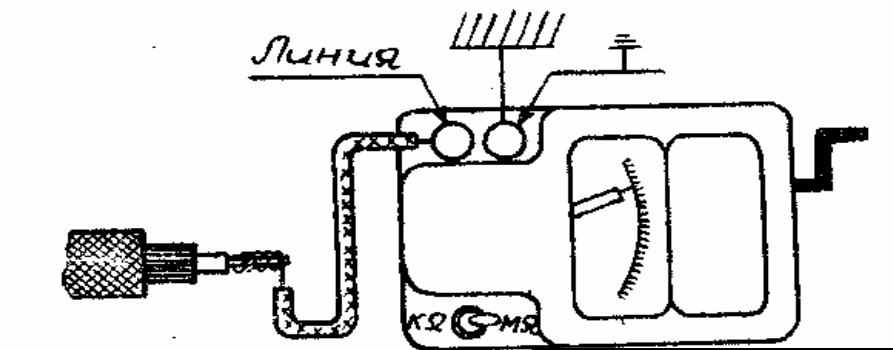
Сопротивление изоляции измеряют при выключенных рубильниках, снятых предохранителях на участках между смежными предохранителями или за последними предохранителями.

Определяется сопротивление изоляции отдельных участков сети, которое сравнивается с допустимым сопротивлением  $R_{\text{доп}}$ . для отдельных участков.  $R_{\text{доп}} = 0,3 - 1 \text{ МОм.}$

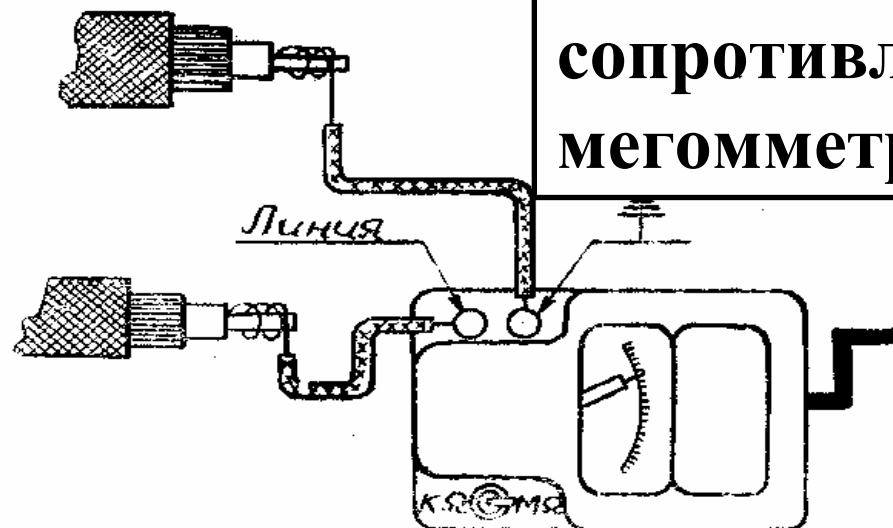
# Измерение сопротивления изоляции при отключённой установке (продолжение)

 Предохранитель (Пр)





а) кабеля относительно земли

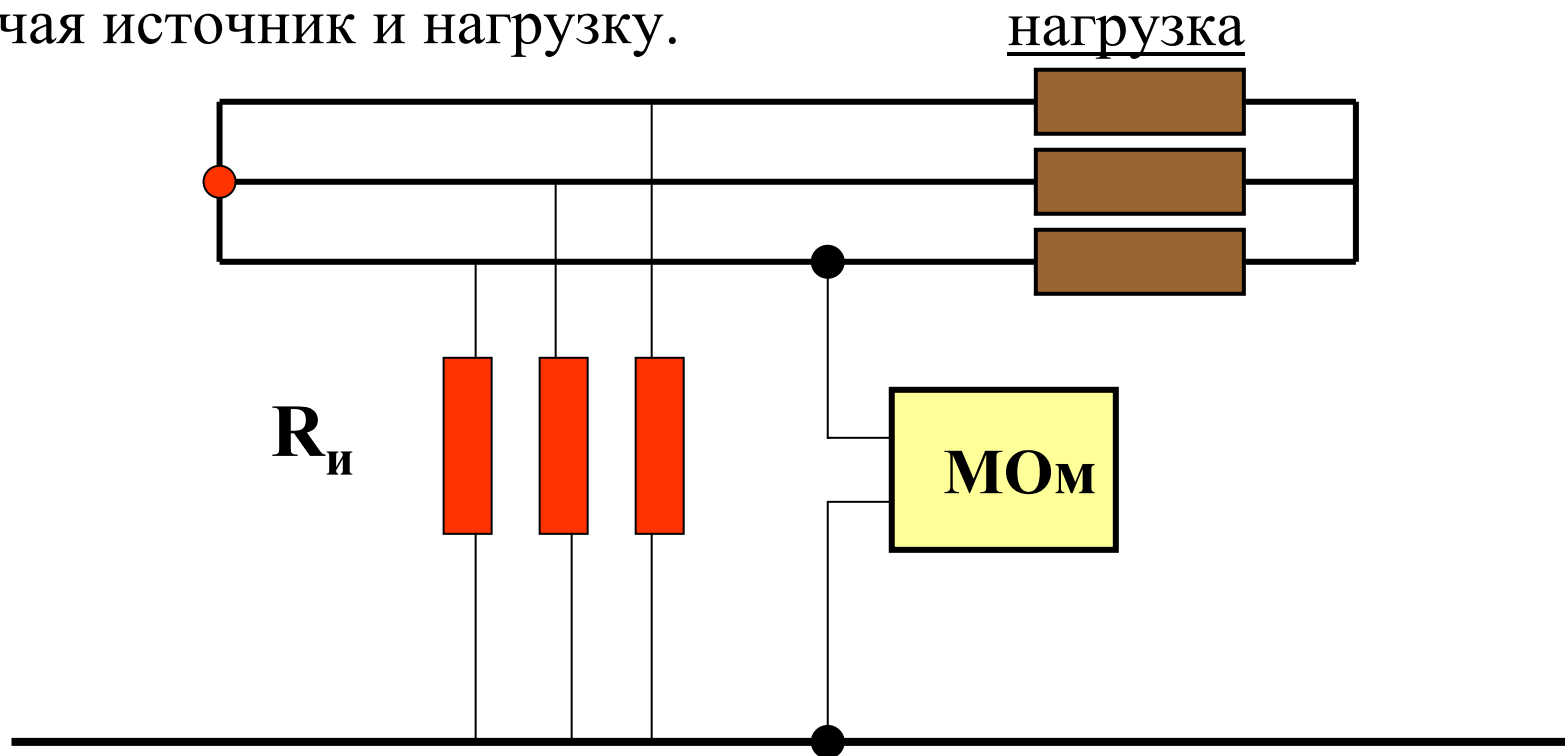


б) между двумя проводами

## Схема измерения сопротивления изоляции мегомметром

# Измерение сопротивления изоляции при включённой установке под напряжением

Измеренное значение изоляции отдельных участков цепи не может служить критерием безопасности, так как ток, проходящий через человека, определяется сопротивлением изоляции всей цепи. Поэтому проводят измерение сопротивление изоляции всей цепи, включая источник и нагрузку.



# **Измерение сопротивления изоляции при включённой установке под напряжением (продолжение)**

Такой контроль сопротивления изоляции возможен только в сетях с **ИНТ**, так как в сетях с **ЗНТ** такое подключение мегомметра даст сопротивление изоляции равное нулю.

Измеряется только сопротивление изоляции фаз относительно земли, так как сопротивление междуфазной изоляции в работающей сети шунтируется источником и нагрузкой.

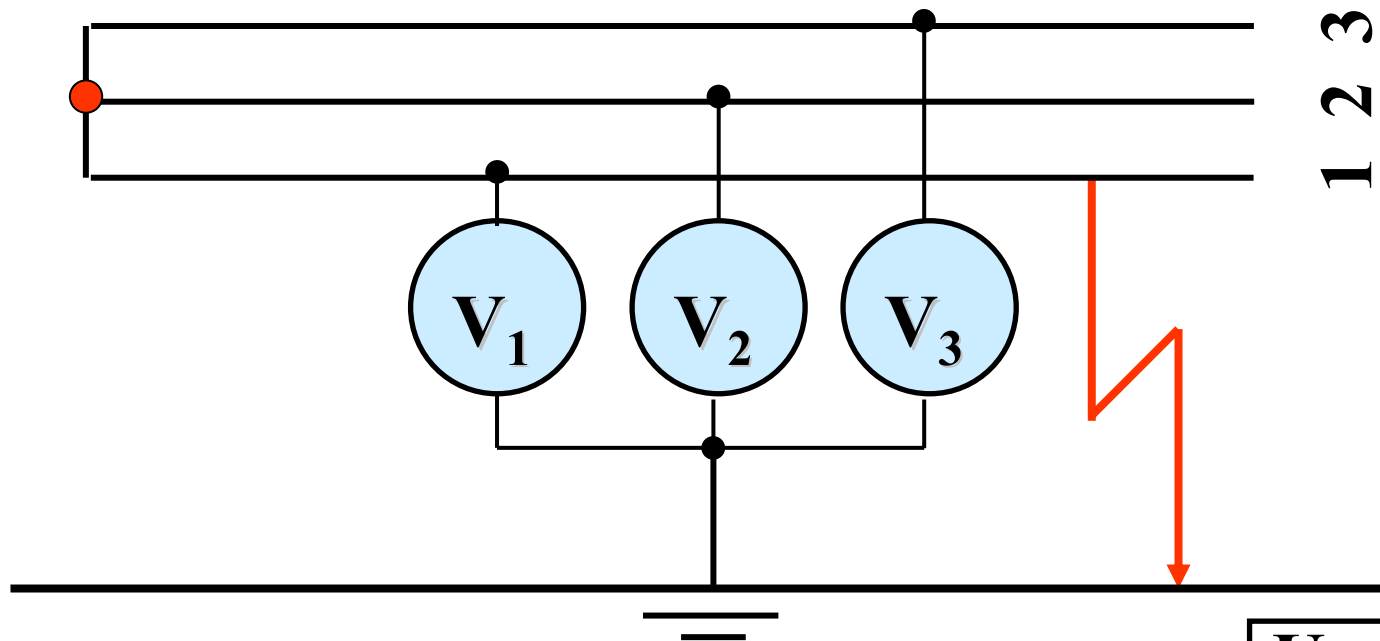
Прибор покажет сопротивление изоляции относительно земли всей сети, независимо от того, к какой фазе он подключён.

**Результаты измерений нельзя сравнивать с нормами. Их сопоставляют с предыдущими измерениями.**

Постоянный контроль сопротивления изоляции осуществляется в установках, работающих в особо опасных условиях. При уменьшения сопротивления изоляции прибор подаёт световой или звуковой сигнал.

# Контроль замыкания фазы на землю методом «трёх вольтметров»

Контроль осуществляется включением в «звезду» трёх вольтметров («земляных» вольтметров).



При уменьшении сопротивления изоляции изоляции фазы 1 →

$$\begin{aligned} U_1 &< U_\phi \\ U_2, U_3 &> U_\phi \end{aligned}$$

При замыкании фазы 1 на землю

$$\begin{aligned} U_1 &= 0 \\ U_2 &= U_3 = U_\Delta \end{aligned}$$

## 4.8. Организация безопасной эксплуатации электроустановок

Электроустановки должны эксплуатироваться в соответствии с документами:

1. Правила технической эксплуатации (**ПТЭ**) электроустановок потребителей.
2. Правила техники безопасности (**ПТБ**) при эксплуатации электроустановок потребителей.
3. Отраслевые инструкции по технической эксплуатации.

**К обслуживанию электроустановок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинскую комиссию и имеющие квалификационную группу по технике безопасности.**



# Квалификационные группы по технике безопасности

**Группа 1.** Присваивается после инструктажа и проверки знаний на рабочем месте. К этой группе относятся лица, обладающие элементарными знаниями в области электротехники (разнорабочие, уборщики, ученики электромонтёров).

Группы **2 - 5** присваиваются специальной комиссией. После проверки знаний выдаётся удостоверение.

**Группа 2.** Присваивается лицам, имеющим элементарное представление об электроустановках, умеющим оказывать первую помощь пострадавшим.

## Квалификационные группы по технике безопасности (продолжение)

**Группа 3.** Присваивается лицам, знающим правила техники безопасности, обладающим достаточными знаниями в электротехнике для того, чтобы вести надзор за электроустановками (электромонтёры, начинающие инженеры).

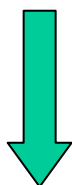
**Группа 4.** Присваивается лицам, указанным в 3 группе, но имеющим знания в объёме специального профтехучилища.

**Группа 5.** Присваивается лицам, знающим схемы и оборудование своего участка, умеющим организовать работу и вести надзор, способным обучать персонал (электромонтёры высокой квалификации, мастера, инженеры).

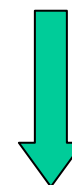
**Обслуживание электроустановок до 1000В разрешается персоналу, имеющему квалификационную группу не ниже 3, а выше 1000В - не ниже 4 группы.**

# Работы по эксплуатации электрооборудования

**Эксплуатация электрооборудования**



**Оперативное  
обслуживание  
(осмотры, оперативные  
переключения)**



**Ремонтно-  
наладочные  
работы**

## Оперативное обслуживание

При оперативном обслуживании запрещается выполнять работы на этом оборудовании, за исключением аварийных случаев.

### **Запрещается:**

Снимать ограждения токоведущих и вращающихся частей.

Проникать за ограждения.

Касаться токоведущих частей.

Приближаться к токоведущим частям на опасное расстояние.

Смена сгоревших плавких вставок предохранителей должна производиться при снятом напряжении, а если это невозможно, то работа выполняется в диэлектрических перчатках и очках.

# Ремонтно-наладочные работы

**Они разделяются на следующие категории:**

1. Работы, выполняемые при полном или частичном снятии напряжения.
2. Работы, выполняемые без снятия напряжения.

*До начала работ выполняют технические и организационные мероприятия:*

**Технические мероприятия:** отключение оборудования, установка временных ограждений, вывешивание знаков безопасности, проверка отсутствия напряжения, установка переносного заземления.

**Организационные мероприятия:** назначение ответственного лица, выдача наряда, подготовка рабочего места, надзор за работами.

**Ответственными за безопасное ведение работ являются лица от выдающего наряд до исполнителя.**

## 4.9. Безопасность при работах с частичным или полным снятием напряжения

*До начала работ необходимо выполнить следующие технические мероприятия:*

1. Произвести отключения напряжения и принять меры, препятствующие его ошибочному включению.
2. Вывесить плакаты и знаки безопасности.
3. Проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях.
4. Наложить переносное заземление.
5. Установить временные ограждения и закрыть узлы, которые нельзя отключить, изолирующими накладками.



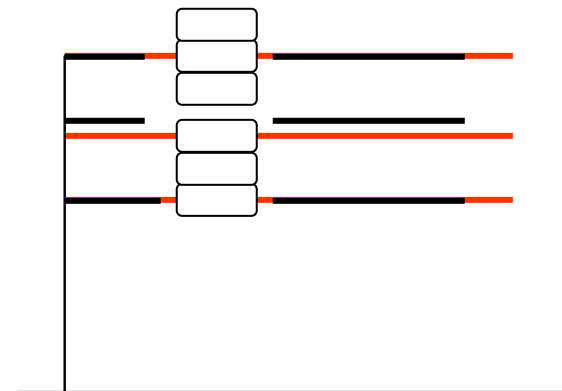
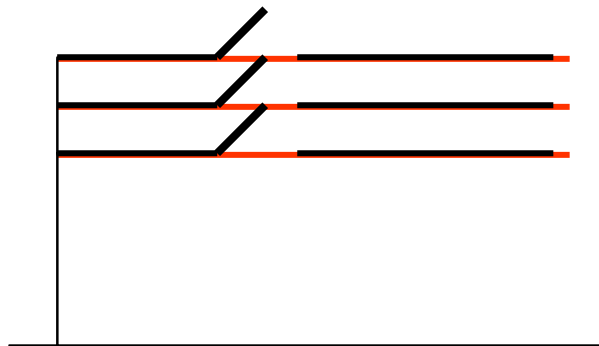
При выполнении ремонтно-наладочных работ двумя лицами перечисленные мероприятия выполняются вдвоём.

# Производство отключений в сетях до 1000 В

## Отключение сети выполняется:

1. Коммутационными аппаратами (выключатели, разъединители, рубильники) с ручным управлением, в которых предусмотрено механическое запираение.
2. Контакторами с автоматическим приводом и дистанционным управлением.
3. Отсоединением концов питающей линии на щите.
4. Снятием плавких вставок предохранителей.

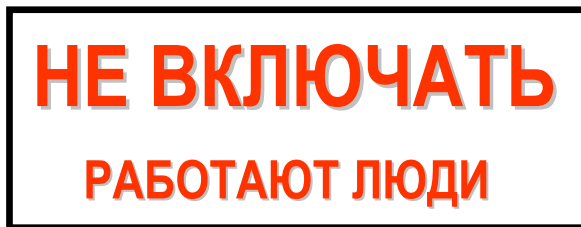
Для большей гарантии безопасности необходимо обеспечить два разрыва сети: отключение коммутационными аппаратами и снятие плавких вставок предохранителей.



# Плакаты безопасности

На ключах управления, приводах разъединителей, выключателей и рубильников, на основании предохранителей вешивают **запрещающие** плакаты безопасности, а на ограждениях и дверях распределительных устройств - **предостерегающие** плакаты.

## Запрещающие плакаты



## Предостерегающие плакаты



Вешивает и снимает плакаты только работающий на этом объекте персонал; **запрещается** снимать и передвигать плакаты.



# Проверка отсутствия напряжения

После отключения питания проверяется отсутствие напряжения:

1. Между всеми фазами.
2. Между каждой фазой и землёй.
3. Между нулевым проводом и землёй.

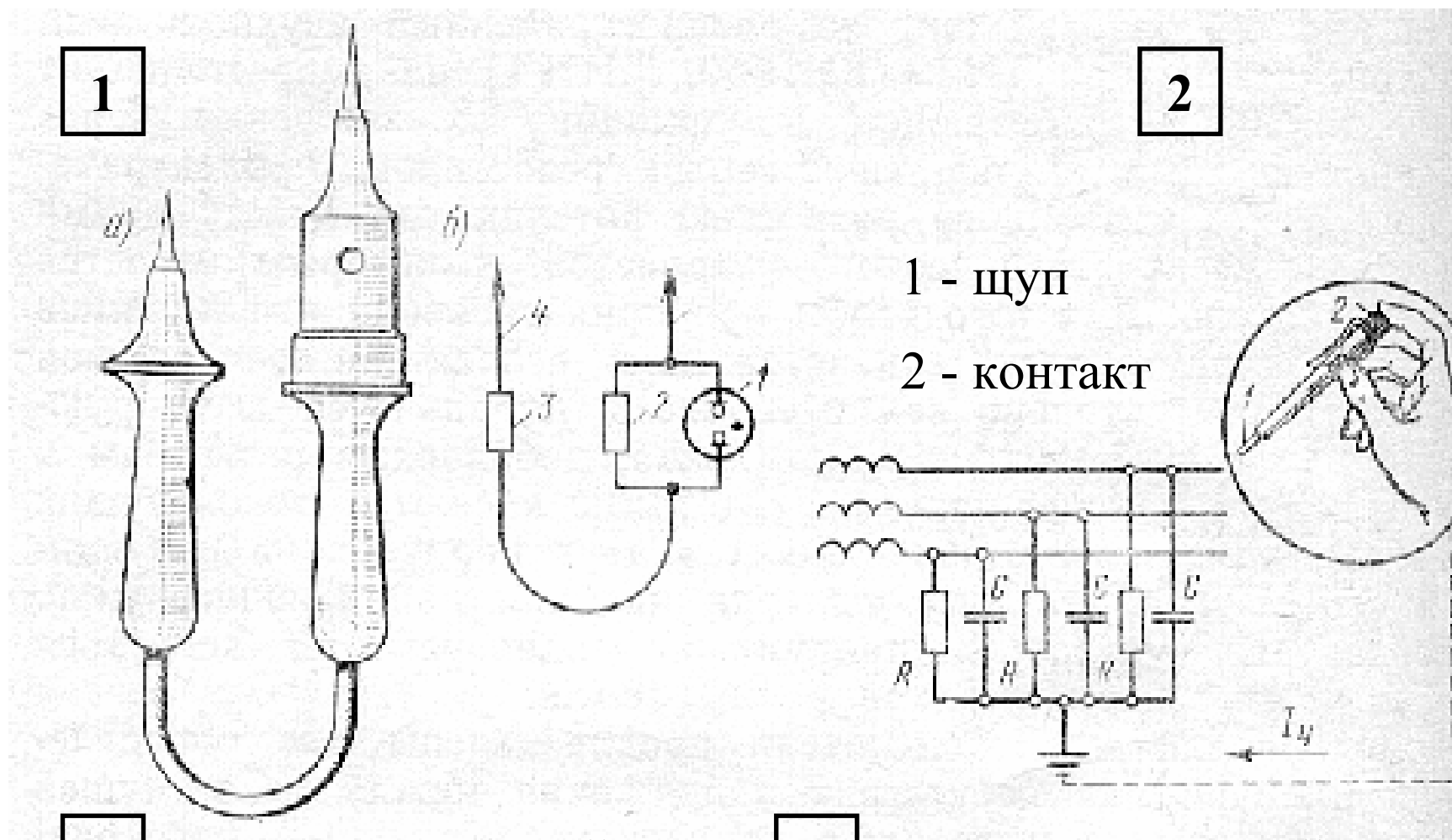
Проверка выполняется допускающим к работе после вывешивания предупредительных плакатов.

В установках до **1000 В** проверка производится:

- переносным вольтметром;
- указателем напряжения;
- контрольной лампой (до 220 В).

Перед проверкой необходимо убедиться в исправности приборов. Стационарные приборы не являются средством проверки.

# Указатели напряжения



**1** - двухполюсный;

**2** - однополюсный;

а - общий вид; б - схема. 1- неоновая лампа; 2, 3 - резисторы;  
4 - наконечники.

# Свойства и принцип работы указателей напряжения

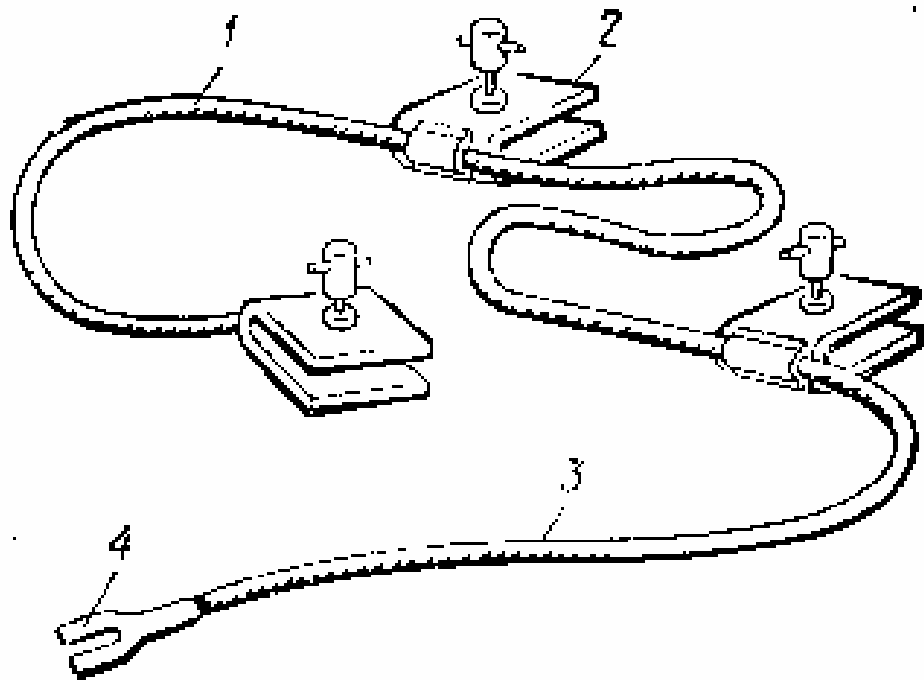
## Двухполюсные

Служат для определения наличия напряжения между двумя фазами и фазой и землёй. Применяют для диапазона напряжений от 200 до 500 В. Указатель напряжения включает сигнальную неоновую лампу, соединительные провода и два щупа.

## Однополюсные

Позволяют определить наличие напряжения между токоведущими частями и землёй. Применяют для диапазона напряжений от 200 до 1000 В. Связь с землёй создаётся через тело человека, который касаясь пальцем руки указателя, создаёт контакт с цепью указателя. Ток через человека безопасный и не превышает 0,3 мА. Указатели выполняются в виде ручки или отвёртки.

## Переносное заземление



1 - провода для закорачивания токоведущих частей трёх фаз;  
2 - выводы проводов;  
3 - провода для соединения с заземляющим устройством;  
4 - наконечник для присоединения к заземляющей шине.

Служит для защиты работающих от поражения током в случае ошибочной подачи напряжения. Три фазы закорачиваются и соединяются с корпусом (землёй). При ошибочном включении линии происходит автоматическое отключение установки. Переносное заземление подсоединяется к корпусу и к токоведущим частям.

## **4.10. Безопасность при работе вблизи токоведущих частей и под напряжением**

**Эти работы должны производиться только по наряду.**

Работающие должны иметь одежду с застёгнутыми рукавами и головной убор.

При работе без снятия напряжения вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны быть выполнены мероприятия:

- 1. Безопасное расположение работающих лиц по отношению к токоведущим частям ( в высоковольтных линиях до 15 кВ - не ближе 0,7 м).**
- 2. Организация непрерывного надзора за работающими.**
- 3. Применение основных и дополнительных электрозащитных средств.**

## Расположение работающих по отношению к токоведущим частям

Лица, производящие работу вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны располагаться так, чтобы токоведущие части были перед ними и только с одной боковой стороны.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

1. Производить работу, если токоведущие части расположены сзади или с двух боковых сторон.
2. Производить работу в согнутом положении, если при выпрямлении создаётся опасность прикосновения к токоведущим частям.

## **Работы на токоведущих частях, находящихся под напряжением**

Работы должны производиться с применением основных и дополнительных электрозащитных средств.

Допускается приближение рук работающих к токоведущим частям, находящимся под напряжением только на длину изолирующей части защитных средств (токоизмерительных и изолирующих клещей, указателей напряжения, изолирующих штанг и т.п.).

В помещениях особо сырых, с токопроводящей пылью, едкими парами, а также в помещениях, опасных в отношении пожара, производство работ на не отключенных токоведущих частях -

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

# ВИДЫ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

## ЭЛЕКТРОЗАЩИТНЫЕ

### По принципу действия делят на:

изолирующие (резиновые перчатки, коврики);  
ограждающие (щиты, ширмы, накладки);  
отключающие (переносное заземление);  
информационные (знаки безопасности).

### По функциональному назначению:

\_\_\_\_\_ основные;  
дополнительные.

## ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ

Для защиты от световых, тепловых и механических воздействий применяют очки, рукавицы, экраны.



## 4.11. Электрозащитные средства

Электрозащитные средства по функциональному назначению делят на **основные** и **дополнительные**.

Основные средства длительно выдерживают рабочее напряжение и позволяют работать на токоведущих частях, а дополнительные - усиливают действие основных.

**Электроустановки напряжением выше**

**1000 В**

**Основные средства:** изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения.

**Дополнительные средства:** диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки и накладки, переносное заземление, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

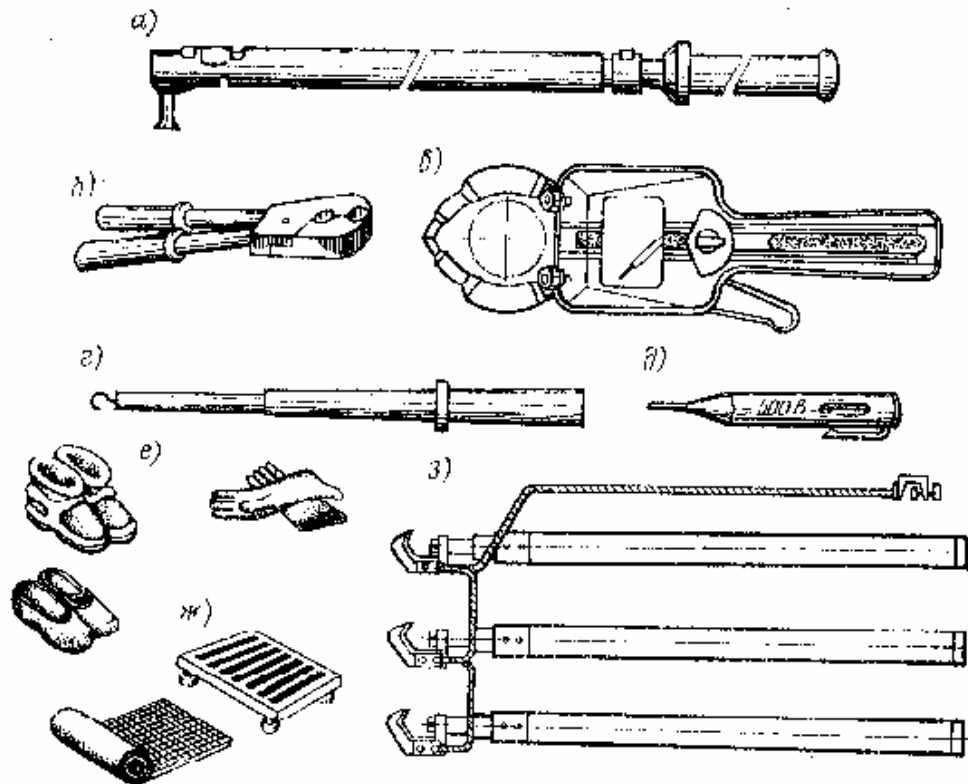
## ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛАЙДА 1

### **Электроустановки напряжением до 1000 В**

**Основные средства:** основные средства при напряжении выше 1000 В, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

**Дополнительные средства:** диэлектрические галоши, коврики, переносное заземление, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

# Электрозащитные средства



**а** - изолирующая штанга;

**б** - изолирующие клещи;

**в** - измерительные клещи;

**г** - измеритель напряжения  $> 1000$  В;

**д** - то же  $< 1000$  В;

**е** - диэлектрические перчатки, галоши;

**ж** - коврики, подставки

**з** - переносное заземление.

# Описание электробезопасных средств

**Изолирующие штанги** предназначены для выполнения оперативной работы и для наложения заземления.

**Изолирующие клещи** применяют для операций с предохранителями, установки и снятия изолирующих накладок.

**Электроизмерительные клещи** предназначены для измерения тока, напряжения и мощности в электрических сетях без нарушения их целостности.

**Указатели напряжения** предназначены для определения наличия напряжения, принцип их работы основан на свечении газоразрядной индикаторной лампы при протекании через неё ёмкостного тока.

# Описание электрoзащитных средств (продолжение)

**Диэлектрические резиновые коврики** применяют в закрытых электроустановках, кроме особо сырых помещений, где необходимо использовать изолирующие подставки. Изолирующие подставки состоят из настила, укрепленного на опорных изоляторах.

**Временные ограждения** - это щиты и ширмы. Щиты высотой 1,7 м выполняют из сухого дерева без металлических креплений и окрашивают масляной краской.

**Изолирующие накладки** изготавливают из резины или текстолита. Они служат для предохранения от случайного прикосновения к токоведущим частям.

## Описание электротехнических средств (продолжение)

**Переносные заземления-закоротки** предназначены для защиты людей, работающих на отключённых токоведущих частях, от ошибочно поданного напряжения. Переносное заземление замыкает токоведущие части накоротко с одновременным подсоединением к земле. При ошибочном включении такой линии происходит автоматическое отключение установки.

**Электротехнические средства периодически проходят испытания на специальных высоковольтных установках.**

# Послесловие

**Уважаемые друзья!**

**Вы изучили курс «Безопасность жизнедеятельности».**

**Надеемся, что полученные знания помогут Вам принимать правильные решения в современном мире опасностей. Ваша безопасность - это безопасность и процветание **России!** Желаем Вам здоровья, благополучия и успехов.**

**Кафедра безопасности жизнедеятельности**