

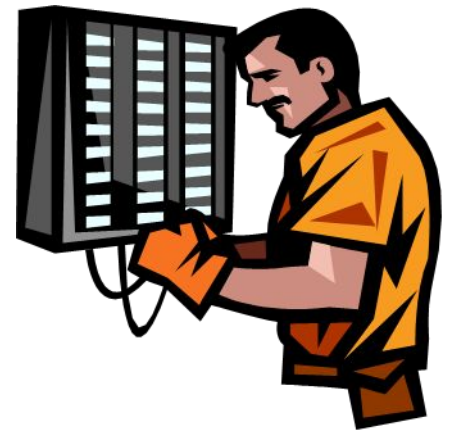


# **Безопасность жизнедеятельности**

Не только думай, когда выбираешь,  
но и тщательно выбирай, о чем думаешь.

# Учебные вопросы:

Тема: Электробезопасность.



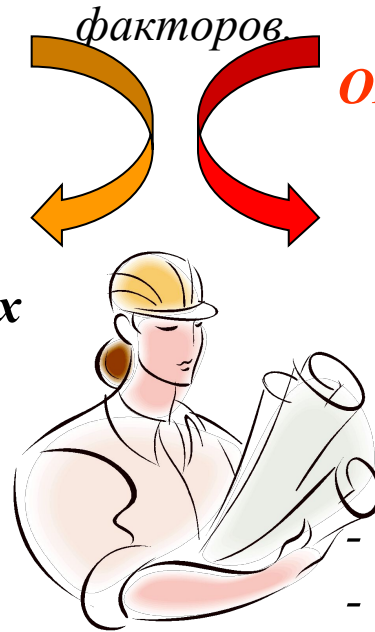
**ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ** - система организационно-технических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность людей от вредных и опасных воздействий электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

**МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ НАПРАВЛЕННЫ:**

на снижение и исключение воздействия вредных и опасных производственных

**ВРЕДНЫЙ производственный фактор** – это такой производственный фактор воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

- электрические поля;
- магнитные поля;
- Электромагнитные поля.



**ОПАСНЫЙ производственный фактор** – фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

- Прямое прикосновение;
- Косвенное прикосновение;
- Электрические и магнитные поля напряженностью свыше 25 кВ/м

# **Основные нормативные документы**

- **ГОСТ Р 12.1.009-2009. ССБТ.  
Электробезопасность, термины и  
определения.**

Доля **электротравм** по отношению ко всем травмам на производстве составляет около 11,2 %.  
Из них:

- 57 % - при прикосновении к токоведущим частям;
- 23 % - от прикосновения к металлическим частям;
- 16 % - от прикосновения к неметаллическим частям;
- 2,5 % - от шагового напряжения;
- 1,5 % - при приближении (не касаясь) в высоковольтных установках более 1000 В.

Попадают под напряжение:

- 42 % - электрики;
- 35 % - электромонтеры.

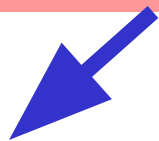
# Воздействие тока на человека

**Проходя через организм человека, электрический ток оказывает следующие действия:**

1. Механическое – повреждения от судорожных сокращений мышц.
2. Химическое – электролиз крови.
3. Ожоги – токовые и дуговые.
4. Биологическое – нарушения биологических функций организма.
5. Комбинированное действие.

Это многообразие действий эл.тока приводит к двум видам поражения: **электрические удары** и **электрические травмы**.

# Электротравма – поражение электрическим током организма человека



## Общие:

Электрический удар

□ судороги,

□ остановка дыхания

□ остановка сердца

Фибрилляция – хаотическое сокращение отдельных волокон сердечной мышцы

## Местные:

• ожоги,

• электрические знаки,

• металлизация кожи,

• механические повреждения,

• электроофтальмия

# Электрические удары

При включении человека в электрическую сеть образуется замкнутая **«цепь поражения»** и ток, проходящий через человека  $I_{\text{ч}}$  (А), будет определять степень опасности.

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{пр}}}{R_{\text{ч}}},$$

где  $U_{\text{пр}}$  - напряжение прикосновения, В;  
 $R_{\text{ч}}$  - сопротивление тела человека, Ом.

Электрические удары имеют разные последствия:

1. Человек может самостоятельно оторваться от проводника, жизнедеятельность сохраняется, но затем могут быть неблагоприятные отклонения в состоянии здоровья.
2. Человек не может самостоятельно оторваться от проводника и длительное время находится под действием тока. В результате этого возможно шоковое состояние, паралич органов дыхания, фибрилляция сердца (беспорядочное сокращение волокон сердечной мышцы, что часто приводит к летальному исходу).



# Электрические удары (продолжение)

**Электрический удар** – возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц.

**Различают 4 степени ударов:**

- **I** – судорожное сокращение мышц без потери сознания.
- **II** – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением дыхания и работой сердца.
- **III** – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности и/или дыхания.
- **IV** – клиническая смерть, отсутствие дыхания и кровообращения.

## Электрические удары (продолжение)

Труп белый – 44 % - **фибриляция сердца** – еще не наступила остановка сердца, но физические функции оно не выполняет. Кислородное голодание.

Труп синий – 44 % - **асфикция** – поражение органов дыхания.

Комбинированное действие – 12 %.

## Электрические травмы – четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги.

### • **Электрические ожоги.**

- Токовый или контактный ожог (покраснение кожи, пузыри. Электрический ток преобразуется в тепло).
- Дуговой ожог – носит тяжелый характер (омертвление пораженного участка кожи, обугливание и сгорание тканей).

### • **Электрические знаки** (метки) - это метки тока, возникающие в месте входа тока или по пути прохождения тока (пятна желтого цвета на коже диаметром 1-5 мм. Условия появления 110-115 °С).

### • **Металлизация кожи** - это проникновение брызг расплавленного металла от дуги в кожу, кожа сама со временем очищается.

### • **Механические повреждения** – вследствие резких непроизвольных судорожных сокращений (разрывы кожи; кровеносных сосудов; нервов; вывихи суставов; переломы костей - редко).

### • **Электроофтальмия** – воспаление наружных оболочек глаз (от электрической дуги - сварка).

# Пороговые значения силы тока. Предельный ток

Для переменного тока частотой 50 Гц установлены пороги:

**Ощутимый ток (1 - 3 мА)**

**Неотпускающий ток (10 - 15 мА).**

**Ток, вызывающий паралич дыхательных мышц (60 - 80 мА).**

**Фибрилляционный (смертельный) ток (100 мА при  $t > 0,5$  с).**

Безопасная для человека сила тока составляет **0,3 мА**.

Предельная сила тока при времени воздействия 1 секунда составляет **50 мА**, а при времени 3 с. - **6 мА**.

# Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

**1. Сила тока, протекающего через тело человека** - главный фактор: чем больше сила тока, тем опаснее последствия.

$$I = U/R_{\Sigma}$$

$$R_{\text{ч}} = R_{\text{внутр}} + R_{\text{кожи}}$$

$R_{\text{внутр}} = 300$	}	500 Ом
$R_{\text{расч}} = 1000$		
$R_{\text{кожи}} = \text{до } 100$	кОм	

## 2. Длительность воздействия

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи.

$\sim 50$  Гц       $> 10$  с - 2 мА

$\leq 10$  с - 6 мА

## 3. Путь протекания тока через тело человека



Верхняя петля  
прохождения тока



Нижняя петля  
прохождения тока



Полная (W-образная)  
петля прохождения тока

наиболее опасный -  
тот путь, при котором  
поражается головной  
мозг, сердце и легкие

***4. Род и частота тока***

***5. Состояние окружающей среды***

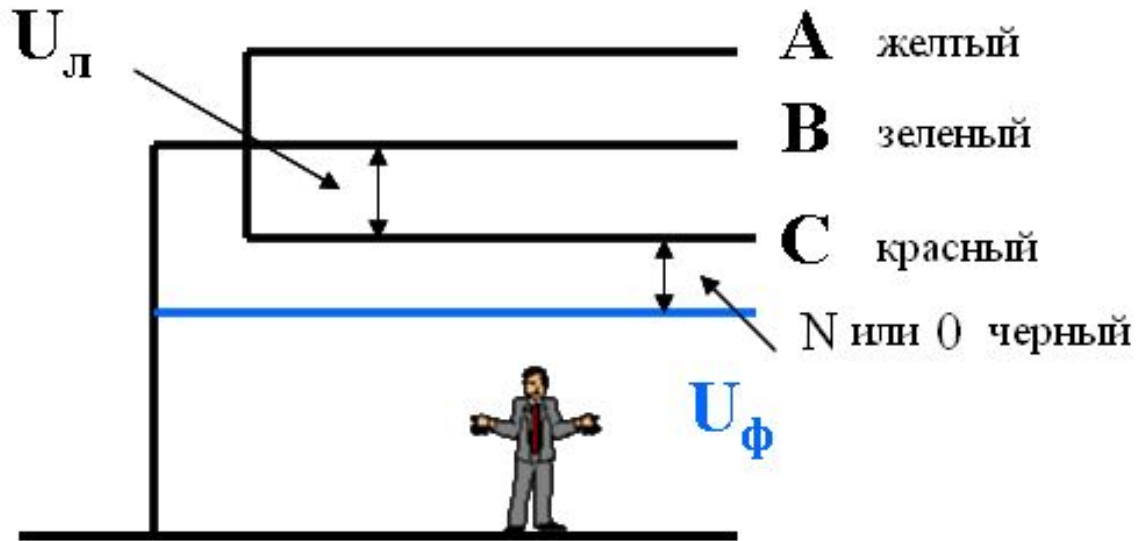
(температура, влажность, наличие пыли,  
паров, кислот)

# Опасные ситуации поражения током

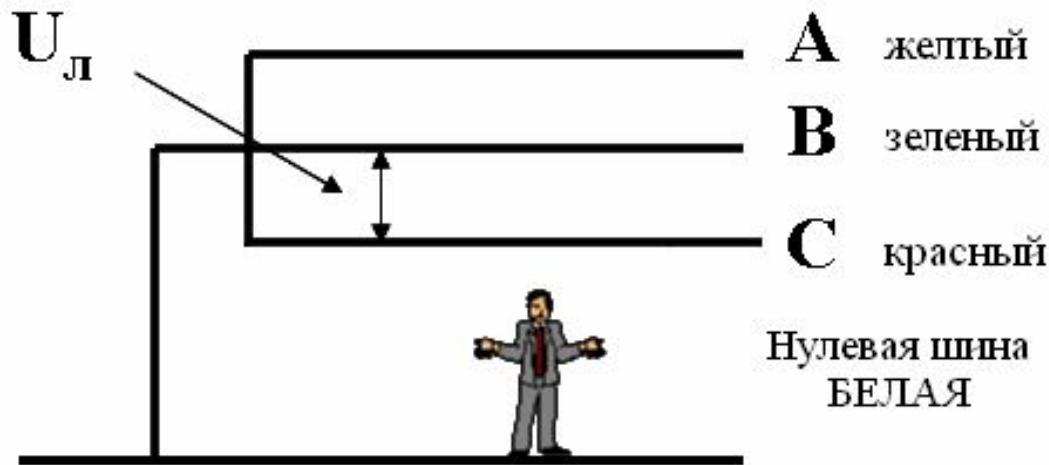
1. Случайное двухфазное или однофазное прикосновение к токоведущим частям.
2. Приближение человека на опасное расстояние к шинам высокого напряжения (по нормативам минимальное расстояние - 0,7 м.)
3. Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям оборудования, которые могут оказаться под напряжением, из-за повреждения изоляции или ошибочных действий персонала.
4. Попадание под шаговое напряжение при передвижении человека по зоне растекания тока от упавшего на землю провода или замыкания токоведущих частей на землю.



# Схемы электрических сетей



Четырехпроводная  
трехфазная  
электрическая сеть  
с заземленной  
нейтралью

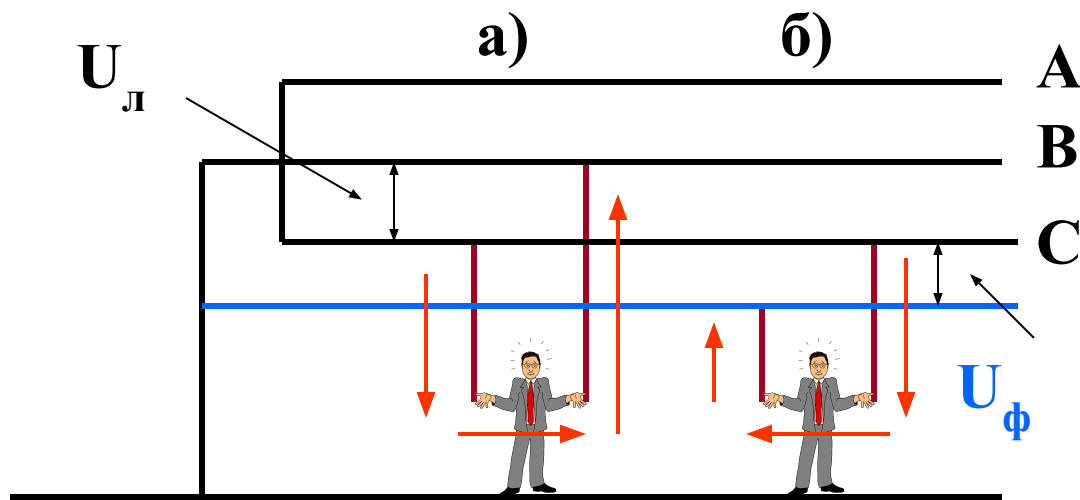


Трехпроводная  
трехфазная  
электрическая сеть  
с изолированной  
нейтралью

**При постоянном токе:** Положительная шина (плюс) – красный;  
Отрицательная шина (минус) – синий;      Нейтральная шина – белый.

# Двухфазное прикосновение к токоведущим частям

Наиболее опасным случаем является прикосновение к двум фазным проводам (а) и к фазному и нулевому проводу (б).



Ток  $I_{ч}$ , проходящий через человека, и напряжение прикосновения  $U_{пр}$  (В) при сопротивлении человека  $R_{ч}$  (Ом):

Путь тока -  
«рука-рука»

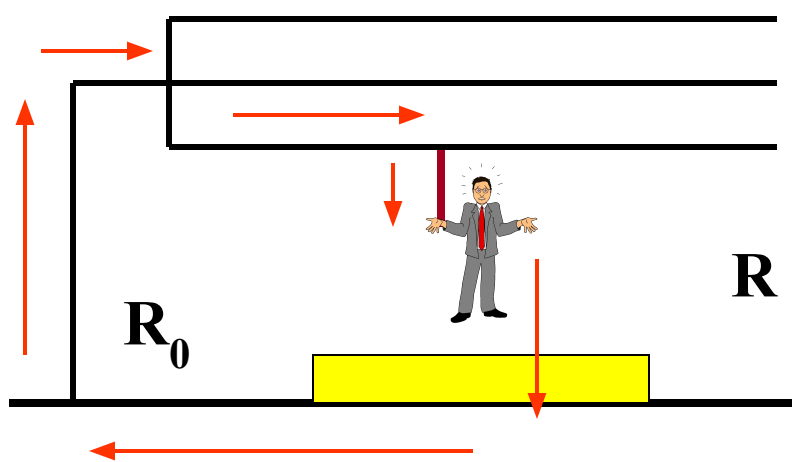
$$\text{а) } I_{ч} = U_{л} / R_{ч} , U_{пр} = I_{ч} \cdot R_{ч} = U_{л} = 380 \text{ В}$$

$$\text{б) } I_{ч} = U_{ф} / R_{ч} , U_{пр} = I_{ч} \cdot R_{ч} = U_{ф} = 220 \text{ В}$$

**Напряжение прикосновения** - это разность потенциалов двух точек цепи, которых касается человек поверхностью кожи.

# Однофазное прикосновение к сети с заземленной нейтралью

Этот случай менее опасен, чем двухфазное прикосновение, так как в *цепь поражения* включается сопротивление обуви  $R_{об}$  и пола  $R_{п}$ .



А  
В  
С

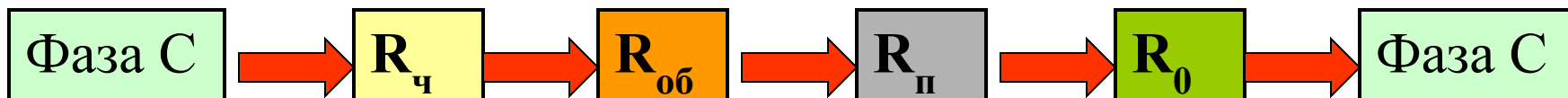
$$I_{ч} = \frac{U_{\phi}}{R_0 + R} = \frac{U_{\phi}}{R}$$

$$U_{пр} = \frac{U_{\phi} \cdot R_{ч}}{R}$$

$$R = R_{ч} + R_{об} + R_{п}$$

Путь тока - «рука-нога»

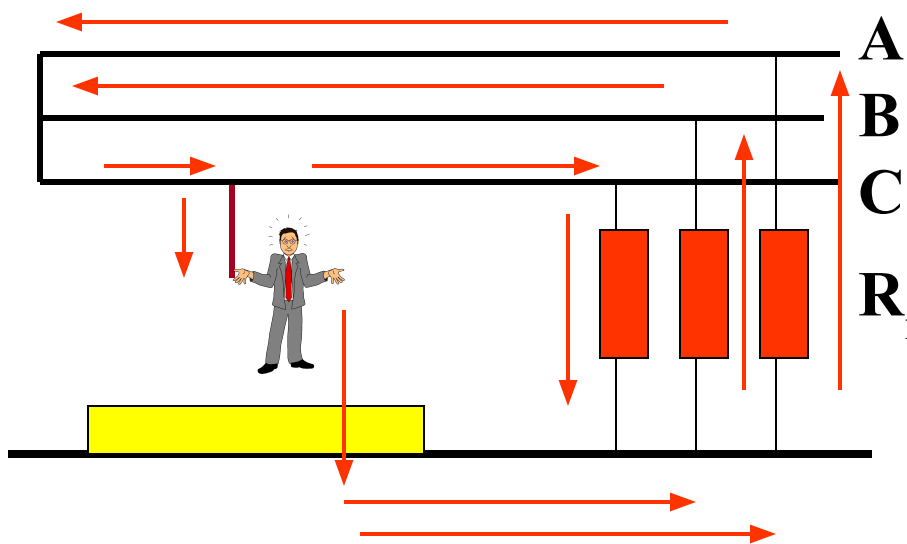
Цепь поражения:



Сети с ЗНТ применяются на предприятиях, в городах, на селе.

# Однофазное прикосновение к сети с изолированной нейтралью

Этот случай менее опасен, чем для сети с ЗНТ при нормальном сопротивлении изоляции  $R_{и}$  (Ом), но опасность для сети большой протяжённости может возрасти из-за наличия **ёмкостного тока**.



При одинаковом  $R_{и}$  каждой фазы суммарное сопротивление изоляции равно:

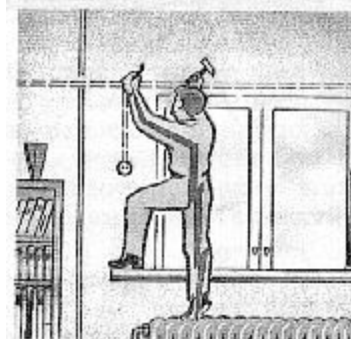
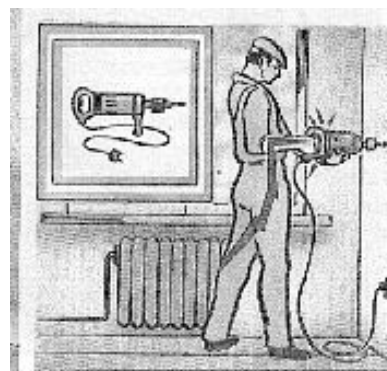
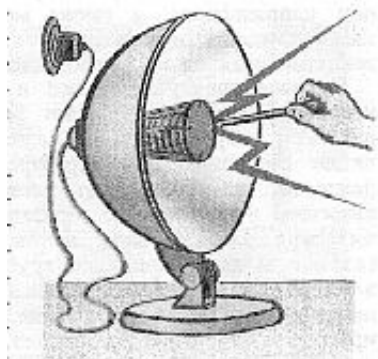
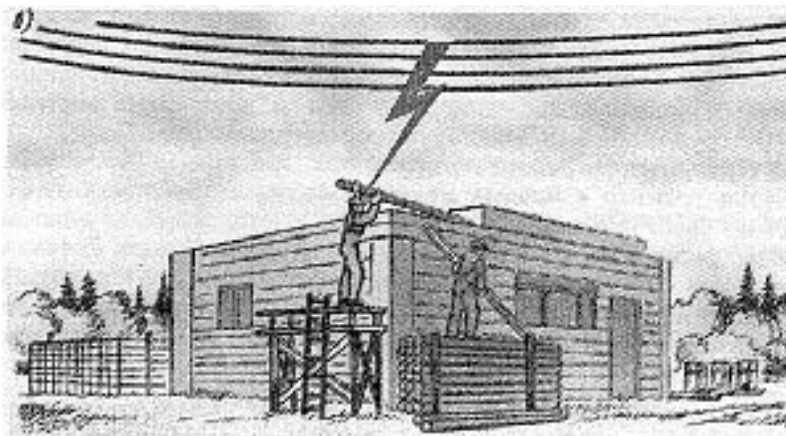
$$\sum R_{и} = R_{и} / 3,$$

Путь тока - «рука-нога»

т. к.  $1 / R_{и} = 1 / R_{иA} + 1 / R_{иB} + 1 / R_{иC}$

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

Сети с **ИНТ** применяют при небольшой протяжённости линий, **на судах**. Они требуют постоянного контроля  $R_{и}$ .



**Опасные ситуации поражения током  
в бытовой сфере.**

# Средства электробезопасности

Средства электробезопасности делят на технические и защитные.

## Технические средства электробезопасности

1. Выбор электрооборудования соответствующего исполнения в зависимости от условий эксплуатации (защищённое, брызгозащищённое, взрывозащищённое и др.)
2. Изоляция токоведущих частей, которая является первой и основной ступенью защиты. Допустимое сопротивление изоляции для отдельных участков сети составляет 0,3 - 1 МОм. Изоляцию делят на рабочую, двойную и усиленную.
3. Защита от случайного прикосновения к токоведущим частям:
  - ограждения, блокировки;
  - расположение токоведущих частей на недоступной высоте;
  - защитное отключение, реагирующее на прикосновение человека к токоведущим частям.

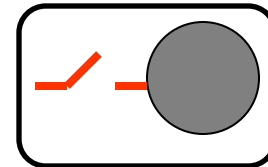
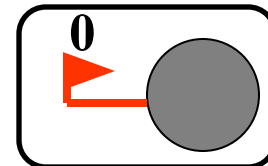
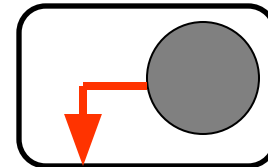
# Технические средства электробезопасности (продолжение)

4. Применение малых напряжений (**12 - 42 В**) в особо опасных помещениях.
5. Средства уменьшения ёмкостного тока: включение индуктивной катушки между нейтральной точкой и землёй, разделение протяжённых сетей на отдельные участки с меньшей ёмкостью.
6. Средства защиты от пробоя фазы на корпус оборудования:

**Защитное заземление**

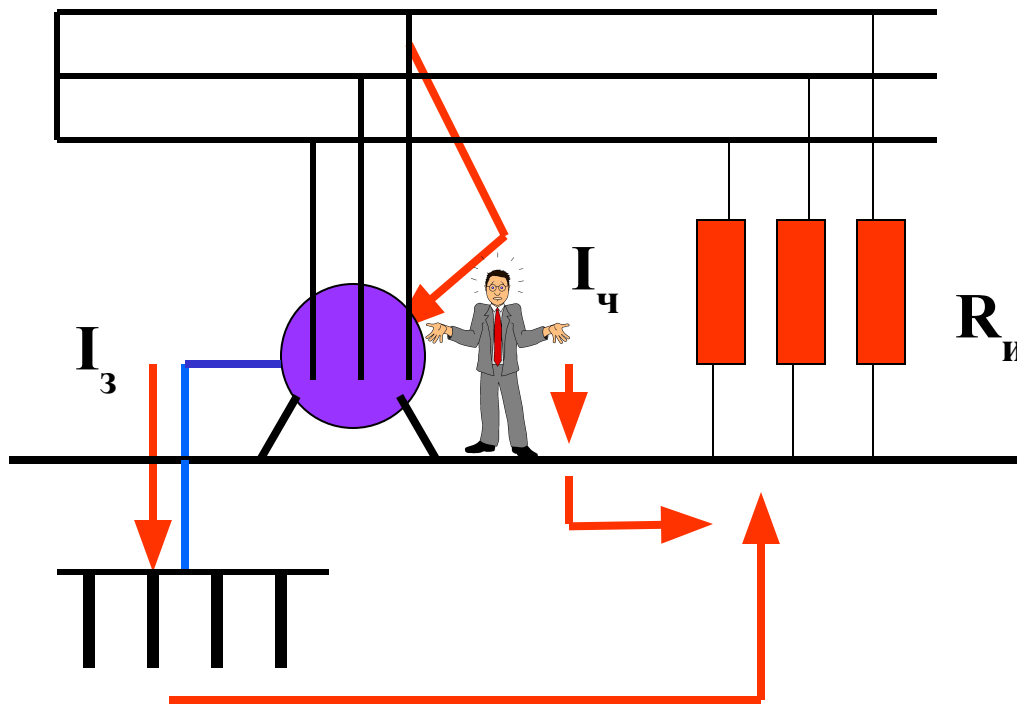
**Зануление**

**Защитное отключение**



# Защитное заземление

**Защитное заземление** - это соединение корпуса оборудования с землёй через малое по величине сопротивление (4 - 10 Ом). При пробое фазы на корпус сравниваются потенциалы оборудования  $\varphi_{об}$  и основания  $\varphi_{осн}$ , а  $U_{пр}$  и ток через человека становятся меньше. Применяется в основном в сетях с **ИНТ** до 1000 В.



$$U_{пр} = \varphi_{об} - \varphi_{осн}$$

*В параллельных ветвях токи обратно пропорциональны сопротивлениям.*

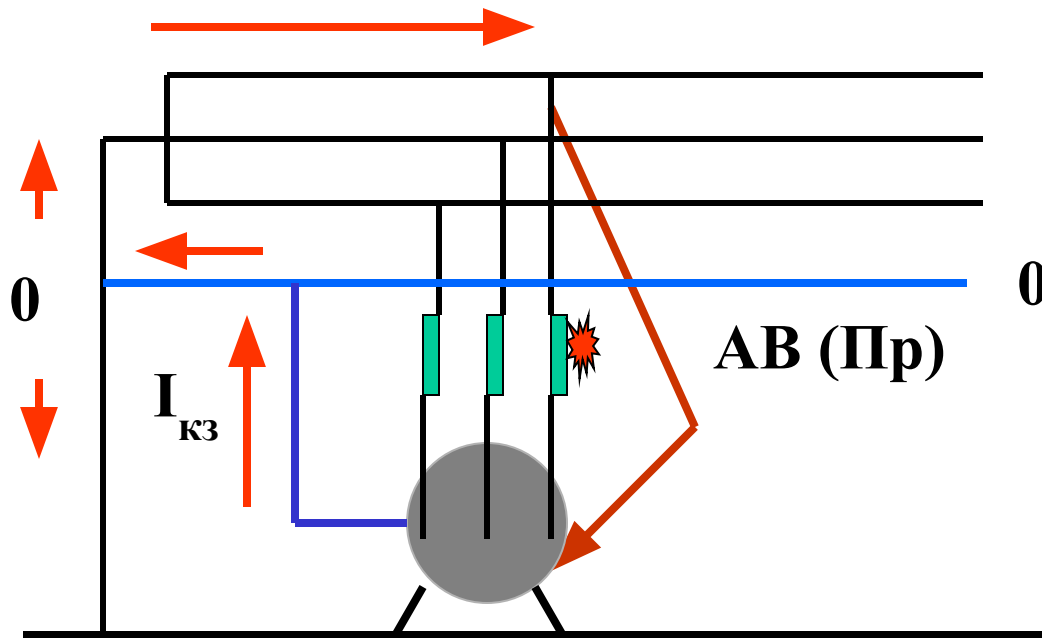
$$I_{ч} = I_{з} \cdot \frac{R_{з}}{R},$$

где  $R$  - суммарное сопротивление человека, обуви и пола, Ом.



# Зануление

**Зануление** - это соединение корпуса оборудования с нулевым защитным проводником. При пробое фазы на корпус возникает большой ток короткого замыкания, срабатывают автоматические выключатели (АВ) или сгорают плавкие вставки предохранителей (ПР) и установка отключается. Применяется в сетях с ЗНТ до 1000В



**Условие срабатывания защиты:**

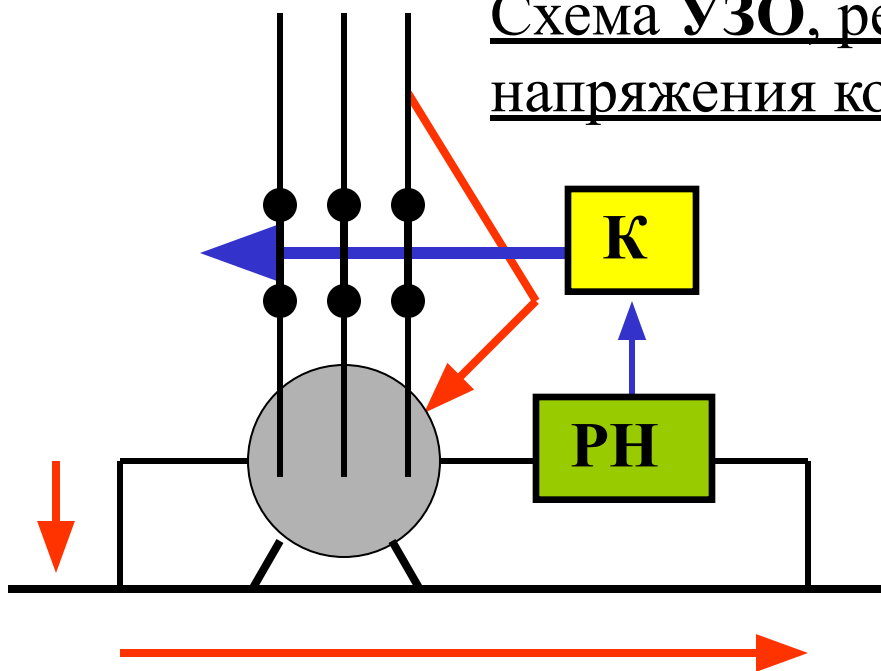
$$I_{кз} \geq I_{ном} \cdot K ,$$

где  $I_{ном}$  - номинальный ток срабатывания защиты;  $K$  - коэффициент кратности тока.

# Устройство защитного отключения (УЗО)

УЗО - это быстродействующая защита, реагирующая на замыкание фазы на корпус, на землю, на прикосновение человека. Характеристики **УЗО**: уставка и время срабатывания (0,05 - 0,2 с.). Применяется как самостоятельное средство защиты и в комплексе с заземлением или занулением.

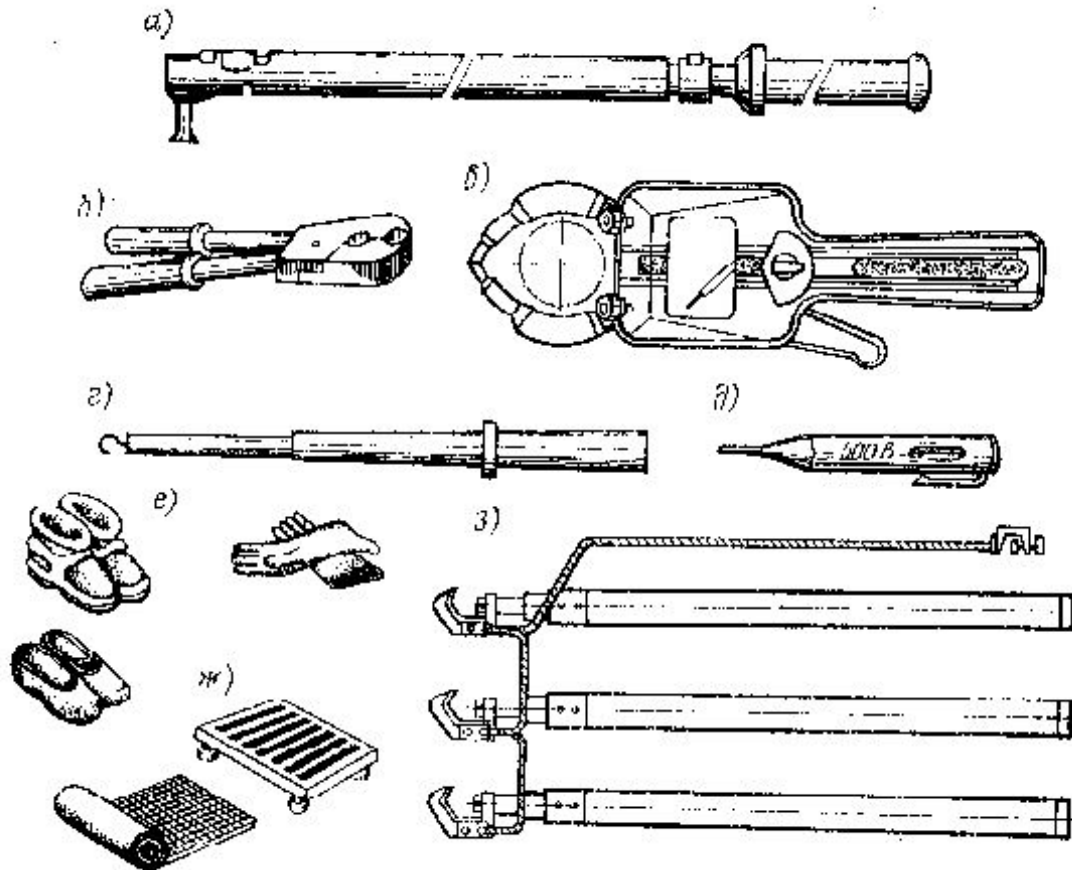
Схема УЗО, реагирующая на изменение напряжения корпуса относительно земли



При пробое фазы на корпус срабатывает реле напряжения (**РН**), настроенное на определённую уставку, и установка отключается контактором (**К**).

# Электрозащитные средства

Их делят на **основные** (позволяют работать на токоведущих частях) и **дополнительные** (усиливают действие основных).



**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.

# Классификация помещений по опасности поражения током (ПУЭ)

*1. Помещения с повышенной опасностью* характеризуются наличием *одного из следующих условий*:

- сырость (относительная влажность  $> 75 \%$ );
- высокая температура воздуха, длительно  $> 35^{\circ}\text{C}$ ;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- возможность одновременного прикосновения к металлическим корпусам оборудования с одной стороны и к имеющим соединение с землей металлоконструкциям – с другой.


**2. Особо опасные помещения** характеризуются наличием *одного из трех условий*:

- особая сырость (относительная влажность воздуха  $\sim 100\%$  - стены, пол и потолок покрыты влагой);
- химически активная среда, разрушающе действующая на электроизоляцию и токоведущие части оборудования;
- Наличие двух и более признаков, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

**3. Помещения без повышенной опасности**

характеризуются отсутствием признаков помещений с повышенной и особой опасностью.

# Организационные мероприятия

- оформление работы нарядом, устным распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
  - допуск к работе;
  - надзор во время работы;
  - оформление перерыва в работе, перевода на другое рабочее место, окончания работы.
- 
- обучение персонала правильным приемам работы с присвоением квалификационных групп (I – V). Присвоение группы производится от II группы и выше.

# Основные технические средства защиты

- электрическая изоляция токоведущих частей;
- ограждение;
- сигнализация и блокировка;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сети;
- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциалов;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной защиты.

рабочая,  
дополнительная,  
усиленная,  
двойная.



# Малое напряжение

- это напряжение не более 50 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током.
- При работе с ручным электроинструментом, переносными электрическими светильниками в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных используют напряжение 36 В.
- В особо опасных помещениях при особенно неблагоприятных условиях для питания ручных переносных ламп применяют напряжение 12 В.

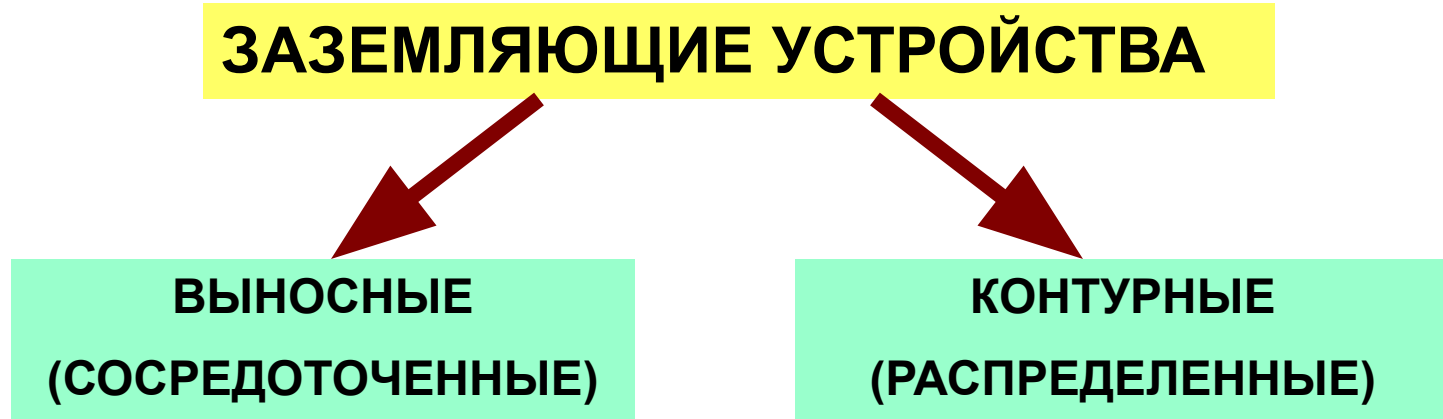


- **Защитное заземление** – это преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением.
- **Назначение** – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на корпусе электрооборудования.

- **Принцип действия** защитного заземления: снижение до безопасных значений  $U_{пр}$  и  $U_{ш}$ , вызванных замыканием на корпус, за счет уменьшения потенциала заземленного оборудования, а также выравнивания потенциалов основания и оборудования.
- Область применения защитного заземления – трехфазные трехпроводные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

- ПУЭ: сопротивление  $Z_3$  не должно превышать:
- в установках  $U < 1000$  В, если мощность источника тока (генератора или трансформатора) более 100 кВА – 4 Ом;
- в установках  $U < 1000$  В, если мощность источника тока 100 кВА и менее, – 10 Ом;
- в установках  $U > 1000$  В с эффективно заземленной нейтралью (с малыми токами замыкания на землю  $I_3 < 500$  А) – 0,5 Ом;
- в установках  $U > 1000$  В с изолированной нейтралью –  $250/I_3$ , но не более 10 Ом;
- в установках  $U > 1000$  В с изолированной нейтралью, если заземляющее устройство одновременно используют для электроустановок напряжением до 1000 В, –  $125/I_3$ , но не более 10 Ом (или 4 Ом, если это требуется для установок до 1000 В).

- ***Заземляющее устройство*** – это совокупность заземлителя (металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей) и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.



# ЗАЗЕМЛИТЕЛИ

```
graph TD; A[ЗАЗЕМЛИТЕЛИ] --> B[ИСКУССТВЕННЫЕ]; A --> C[ЕСТЕСТВЕННЫЕ];
```

## ИСКУССТВЕННЫЕ

- предназначены исключительно для целей заземления.
- вертикальные и горизонтальные электроды из стальных труб, уголков, прутков, полос.

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ

- находящиеся в земле металлические предметы иного назначения: железобетонные фундаменты, металлические конструкции, свинцовые оболочки кабелей, трубопроводы.
- **за исключением трубопроводов горючих жидкостей или газов.**

- **Зануление** предназначено для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус электроустановок, работающих под напряжением до 1000 В в трехфазных четырехпроводных сетях с глухозаземленной нейтралью.
- Зануление - это преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением, с нулевым защитным проводником.
- Зануление превращает пробой на корпус в короткое замыкание и способствует протеканию тока большой силы через устройства защиты сети □ к быстрому отключению поврежденного оборудования от сети.

# **Изолирующие электрозащитные средства**

```
graph TD; A[Изолирующие электрозащитные средства] --> B[основные]; A --> C[дополнительные]
```

**основные**

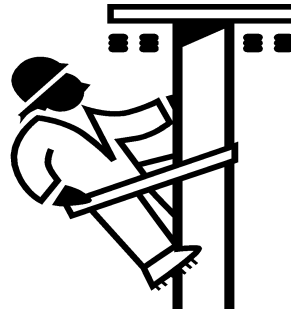
**дополнительные**

- **Основные изолирующие электроразщитные средства** способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки.
- в электроустановках напряжением до **1000 В** – диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения до 1000 В;
- электроустановках напряжением **выше 1000 В** – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, а также указатели напряжения выше 1000 В.





- **Дополнительные изолирующие электрозащитные средства** обладают недостаточной электрической прочностью и не могут самостоятельно защищать человека от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств.
- в электроустановках напряжением до **1000 В** – диэлектрические галоши, коврики и изолирующие подставки;
- в электроустановках напряжением **выше 1000 В** – диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки.



# Плакаты и знаки безопасности

- **Предупреждающие:** Стой! Напряжение, Не влезай! Убьет, Испытание! Опасно для жизни;



- **Запрещающие:** Не включать! Работают люди, Не открывать! Работают люди, Работа под напряжением! Повторно не включать;

- **Предписывающие:** Работать здесь, “Влезать здесь”;

- **Указательные:** Заземлено

