



Безопасность жизнедеятельности

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

Сегодня 5.10.2009. понедельник

Учебные вопросы:

Тема: Электробезопасность.

1. Анализ опасности поражения электрическим током
2. Воздействие тока на человека.
3. Средства электробезопасности.

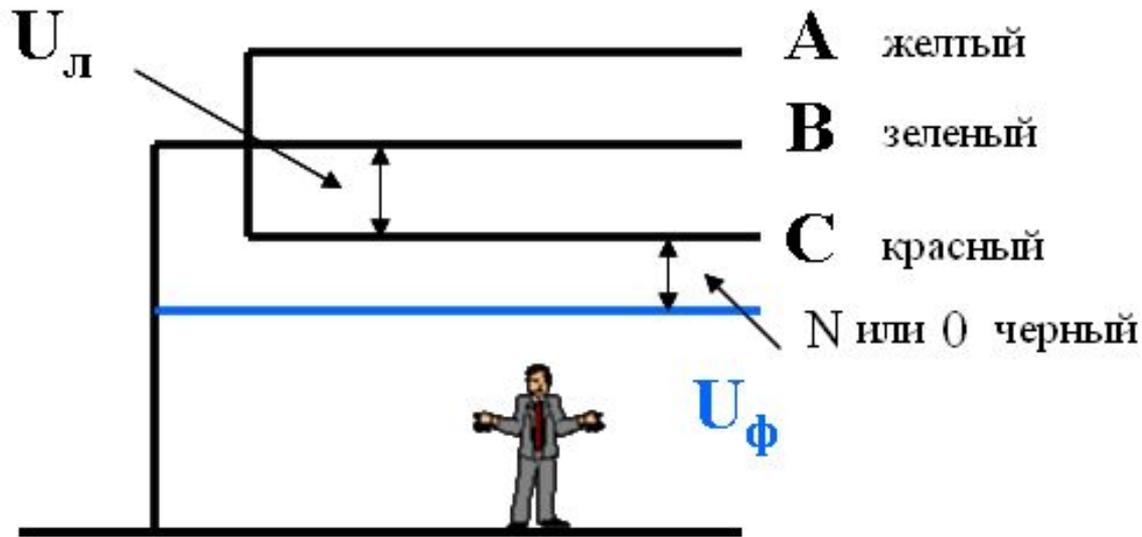
**На следующей встрече (12.10.09)
будет контрольная работа.**

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

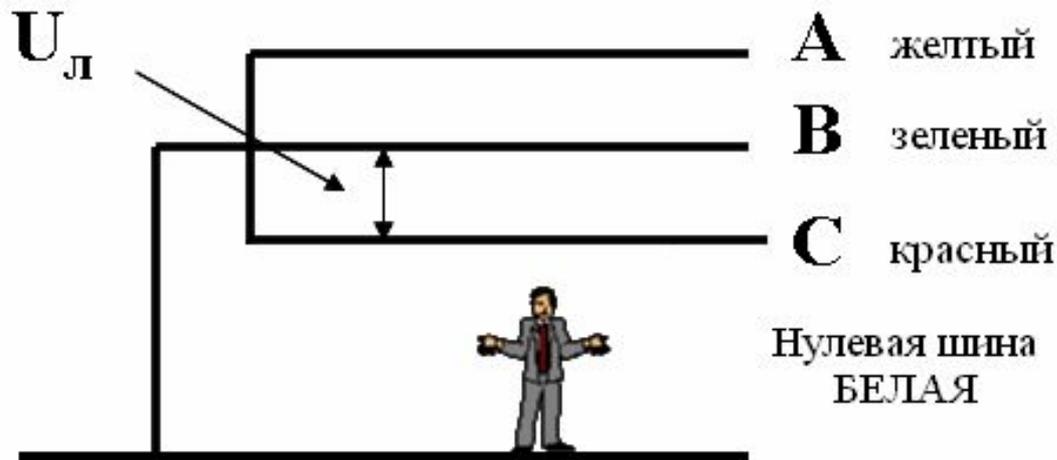
- ГОСТ 12.1.009-76. ССБТ.
Электробезопасность, термины и определения.
- ПОТ РМ – 016-2001.
- РД 153-34.0-03.150-00.
с 1 июля 2001 г.

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

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.

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**.

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.

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{пр}}}{R_{\text{ч}}}, \quad \text{где } U_{\text{пр}} - \text{напряжение прикосновения, В;}$$

$R_{\text{ч}}$ - 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).

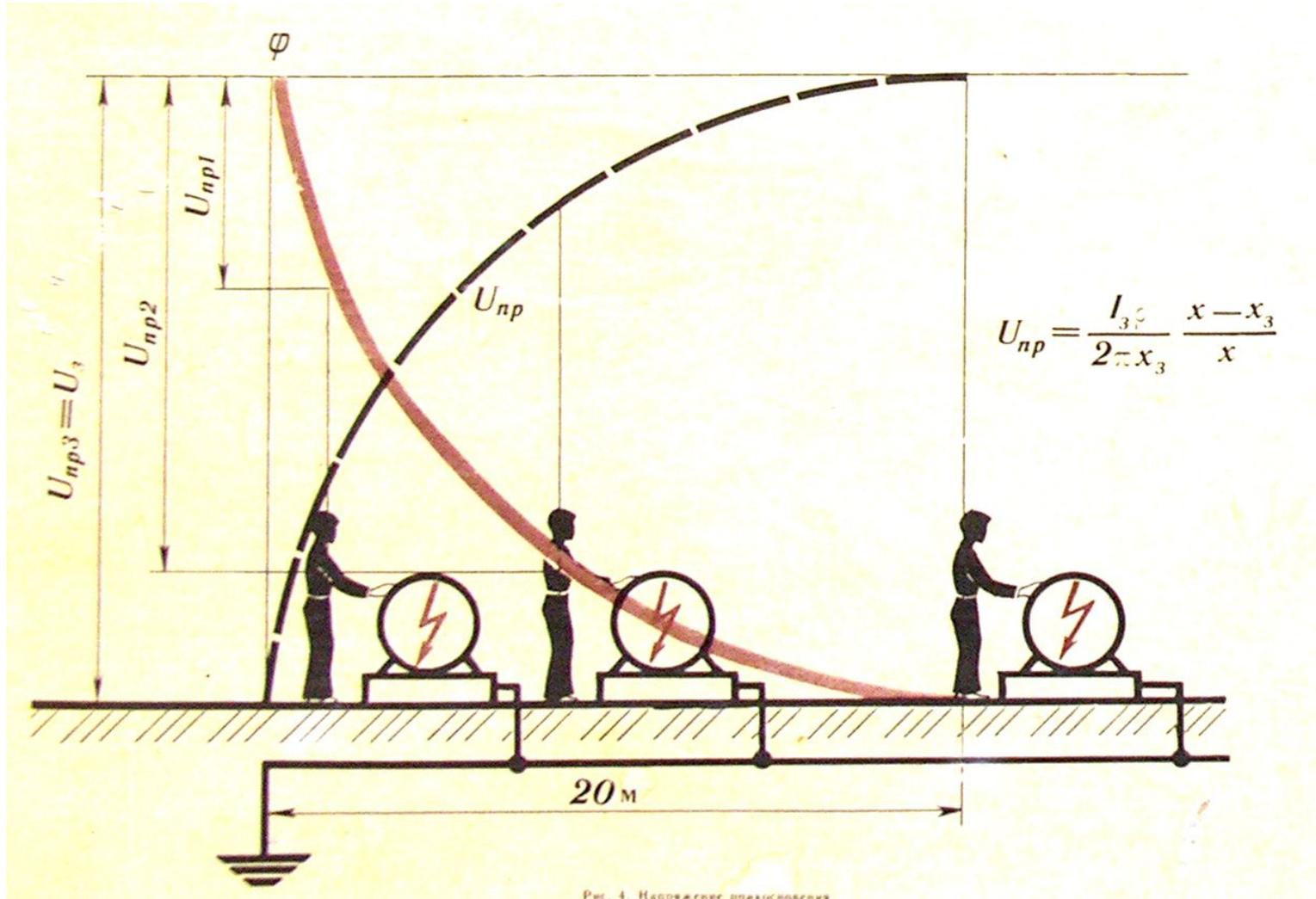
Ток, вызывающий паралич дыхательных мышц (60 - 80 мА).

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**.

Напряжение прикосновения



Напряжение шага

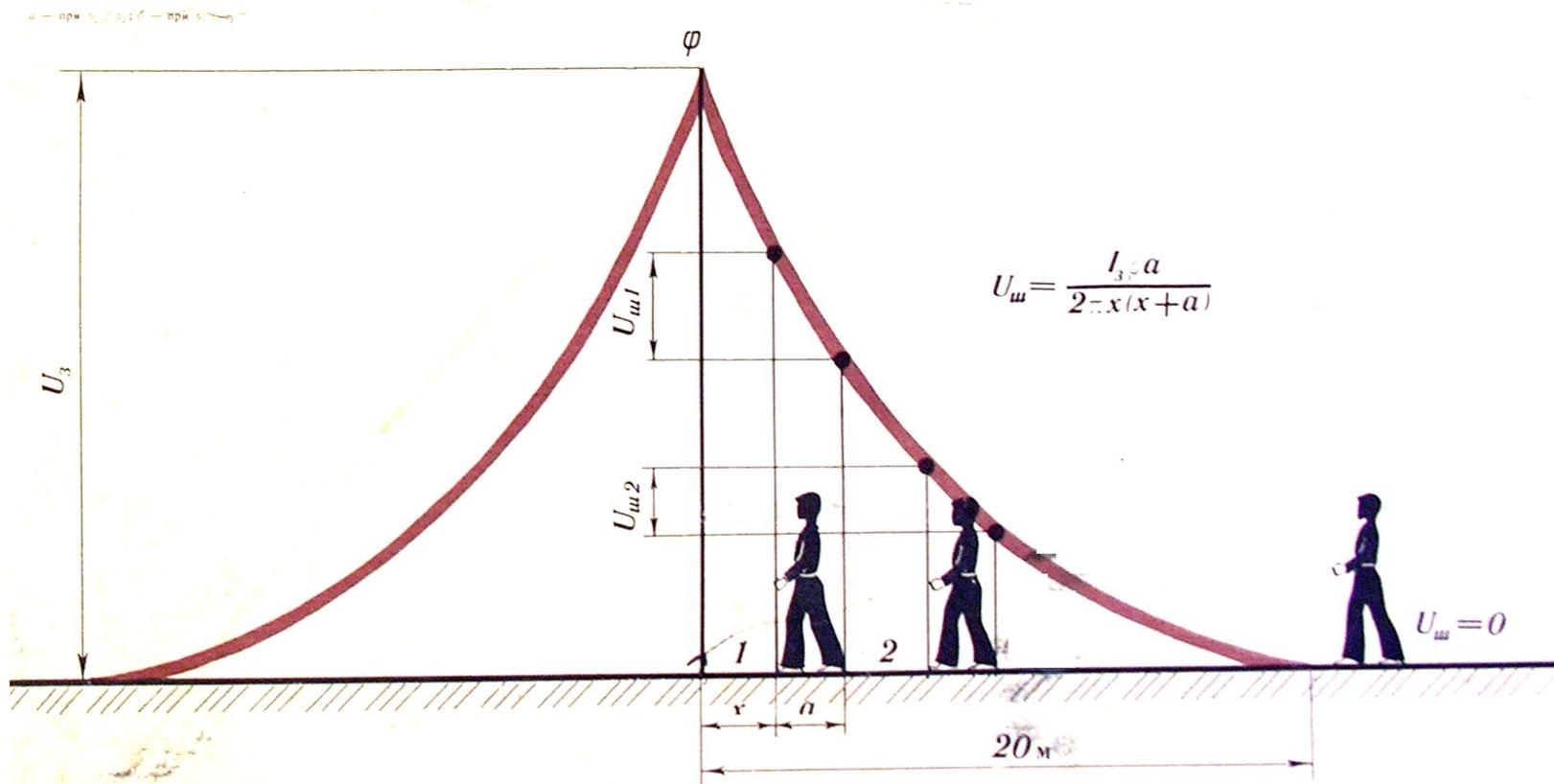
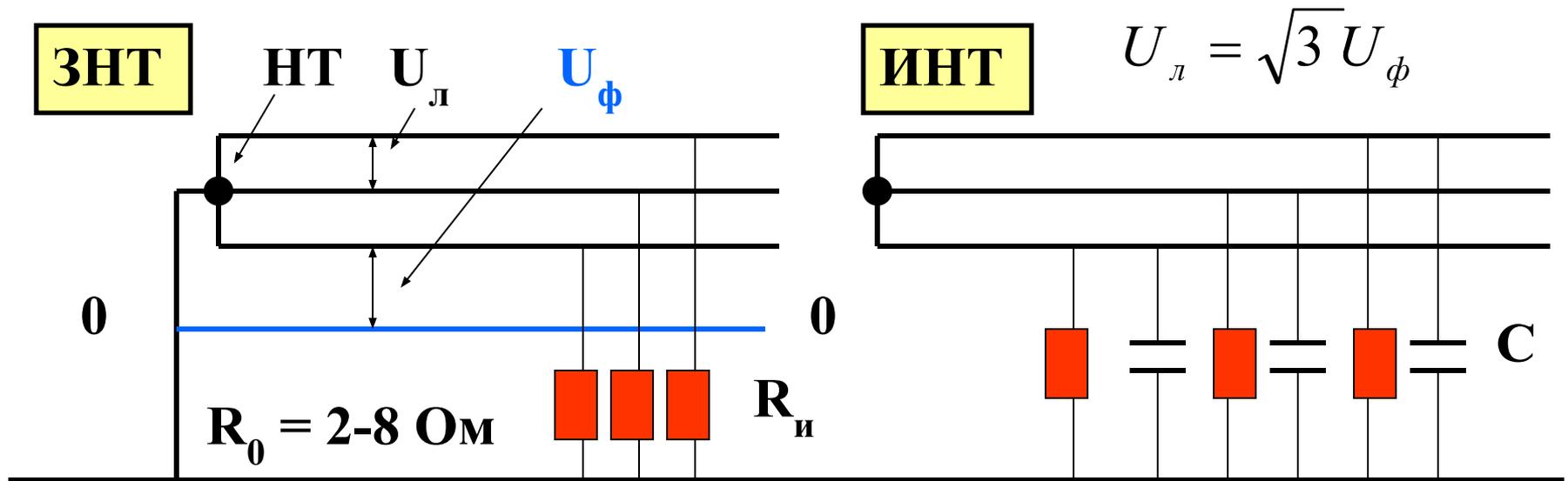


Рис. 3. Напряжение шага

Анализ опасности поражения электрическим током

Схемы электрических сетей



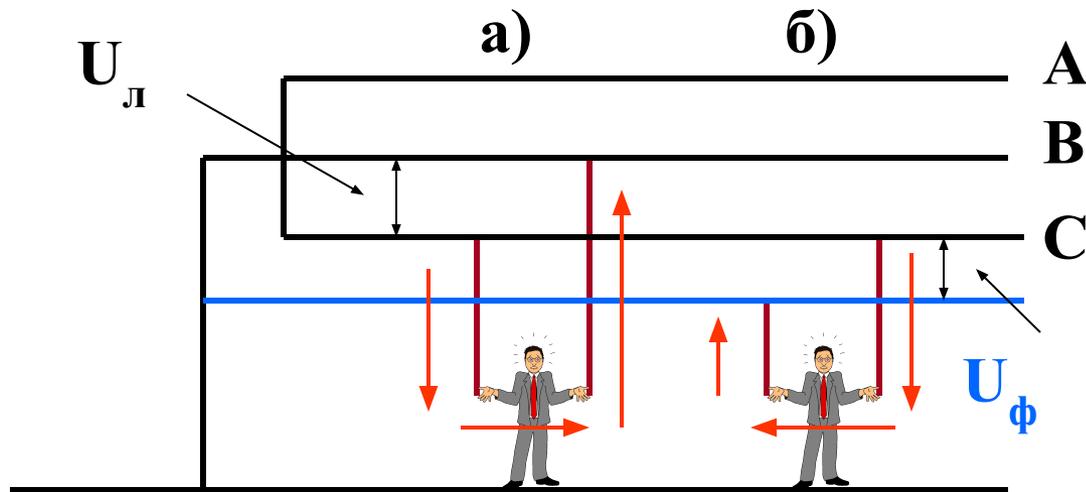
ЗНТ - сеть с заземлённой нейтральной точкой трансформатора;
ИНТ - сеть с изолированной нейтральной точкой (НТ);
(0 - 0) - нулевой защитный проводник; R_0 - рабочее заземление НТ;
 $R_{и}$ - сопротивление изоляции фазы относительно земли; C - ёмкость;
 $U_{л}$ - линейное напряжение (380В); U_{ϕ} - фазное напряжение (220В).

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.

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»

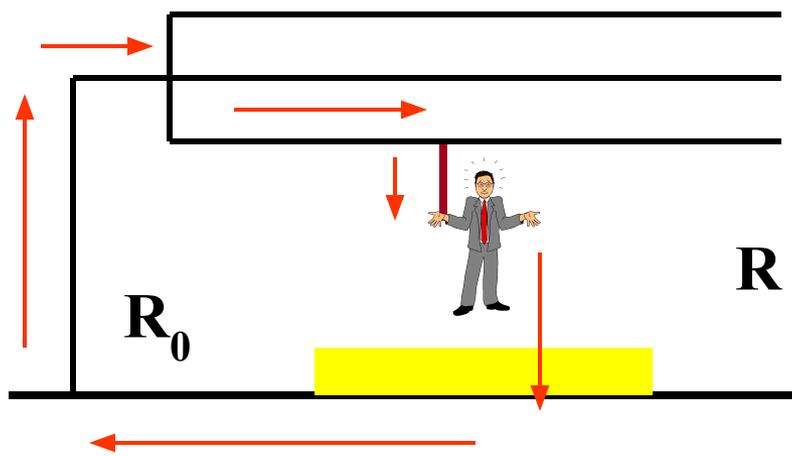
$$\text{а) } I_{ч} = U_{л} / R_{ч} , U_{пр} = I_{ч} \cdot R_{ч} = U_{л} = 380 \text{ В}$$

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

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

Однофазное прикосновение к сети с ЗНТ

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



А
В
С

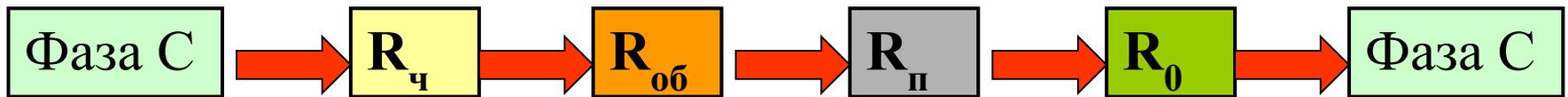
$$I_{ч} = \frac{U_{\phi}}{R_0 + R} = \frac{U_{\phi}}{R}$$

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

$$R = R_{ч} + R_{об} + R_{п}$$

Путь тока - «рука-нога»

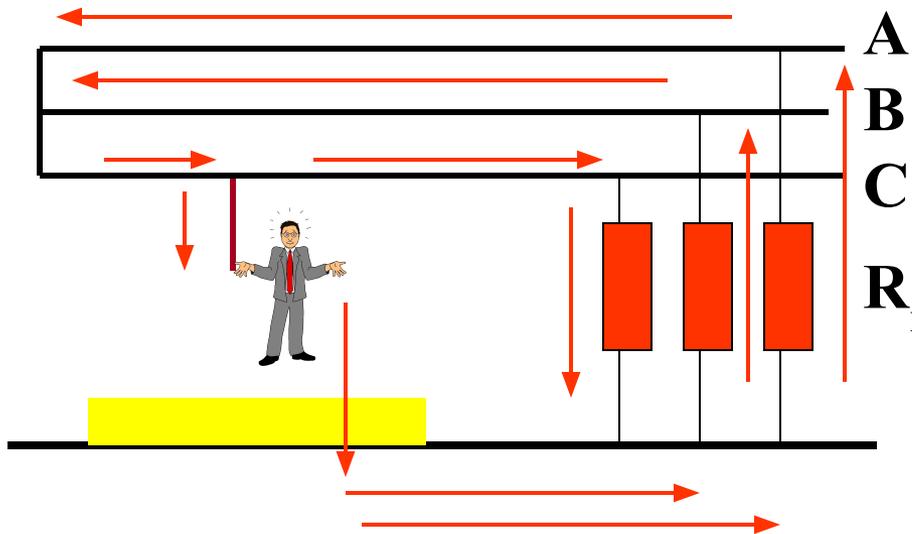
Цепь поражения:



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

Однофазное прикосновение к сети с ИНТ

Этот случай менее опасен, чем для сети с ЗИТ 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:

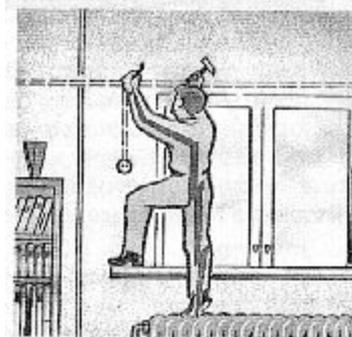
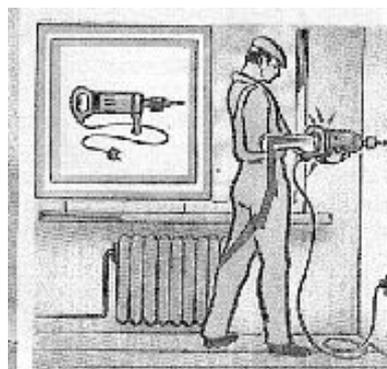
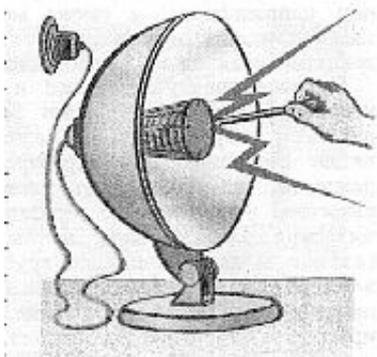
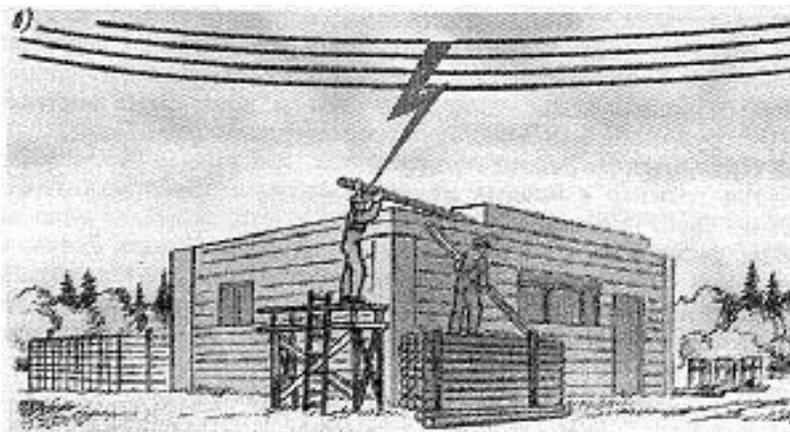
$$\sum R_{и} = R_{и} / 3,$$

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.**

Факторы, влияющие на опасность поражения током

1. Сила тока, время и путь его прохождения через человека (наиболее опасные пути - «рука-рука», «рука-нога», «левая рука-ноги»).
2. Род и частота тока (переменный ток считается более опасным, чем постоянный, причем с повышением частоты опасность тока снижается.)
3. Вид электрической сети (обычно сети с ЗНТ более опасны, чем сети с ИНТ).
4. Сопротивление тела человека, которое лежит в пределах 0,3 - 100 кОм, но обычно составляет 2000 - 10000 Ом, причём сопротивление внутренних органов человека равно 300 - 500 Ом. При расчётах сопротивление человека $R_{\text{ч}}$ принимается **1000 Ом**.

$R_{\text{ч}}$ зависит от:

состояния кожи (сухая, влажная, повреждённая);
состояния здоровья, психофизиологических особенностей, фактора «внимания».

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.

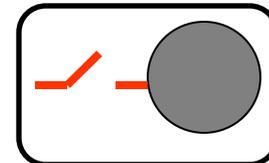
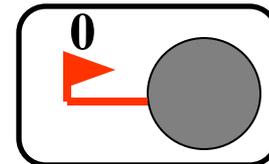
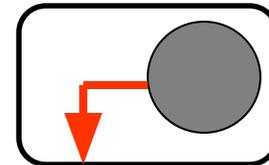
Технические средства электробезопасности (продолжение)

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

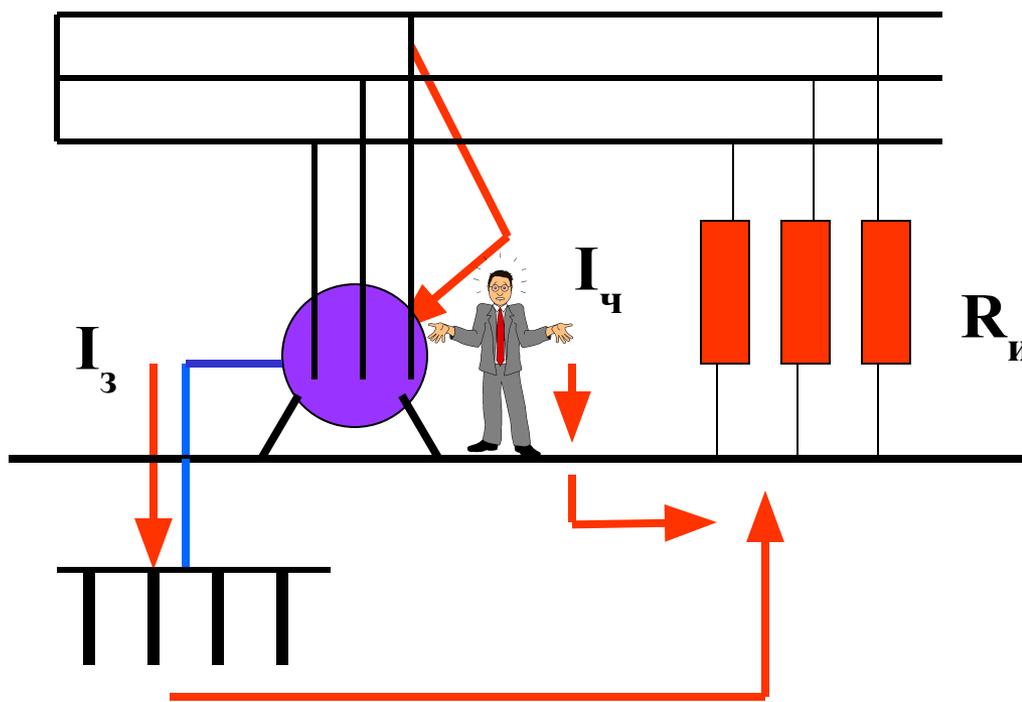
Зануление

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.



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

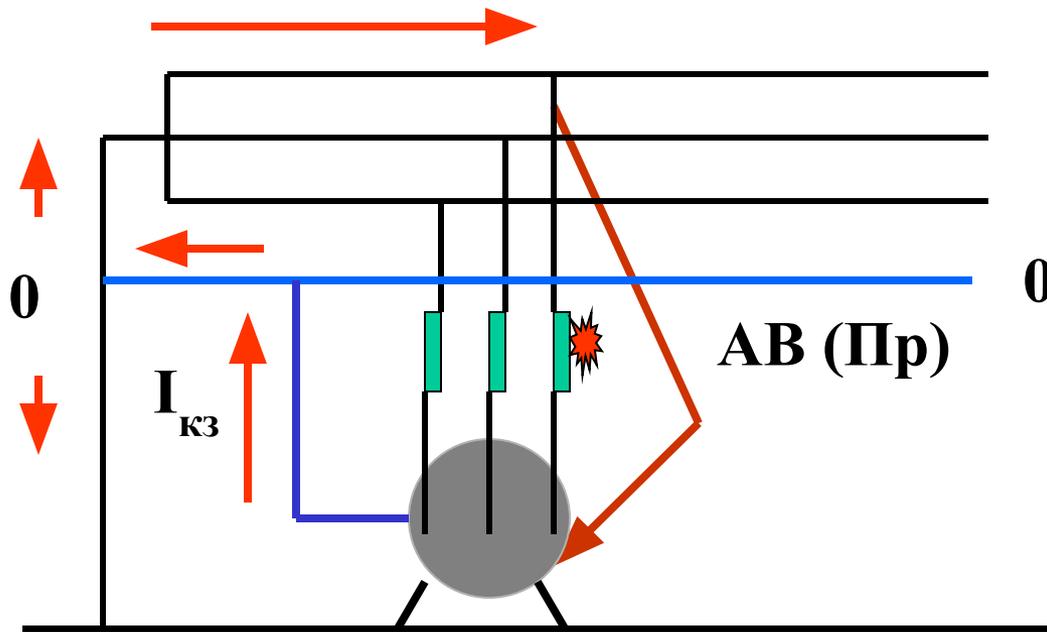
В параллельных ветвях токи обратно пропорциональны сопротивлениям.

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

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:

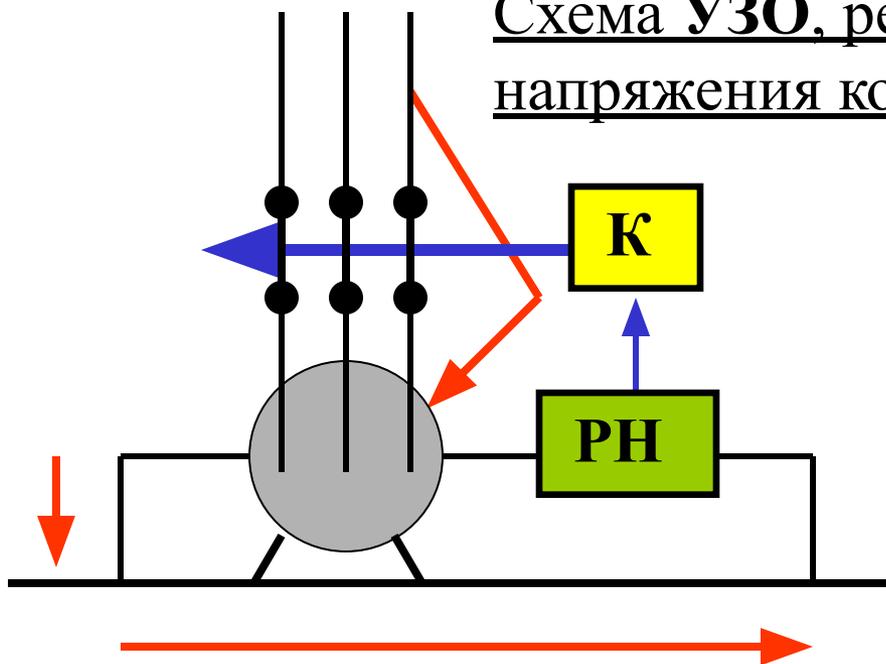
$$I_{кз} \geq I_{ном} \cdot K ,$$

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.

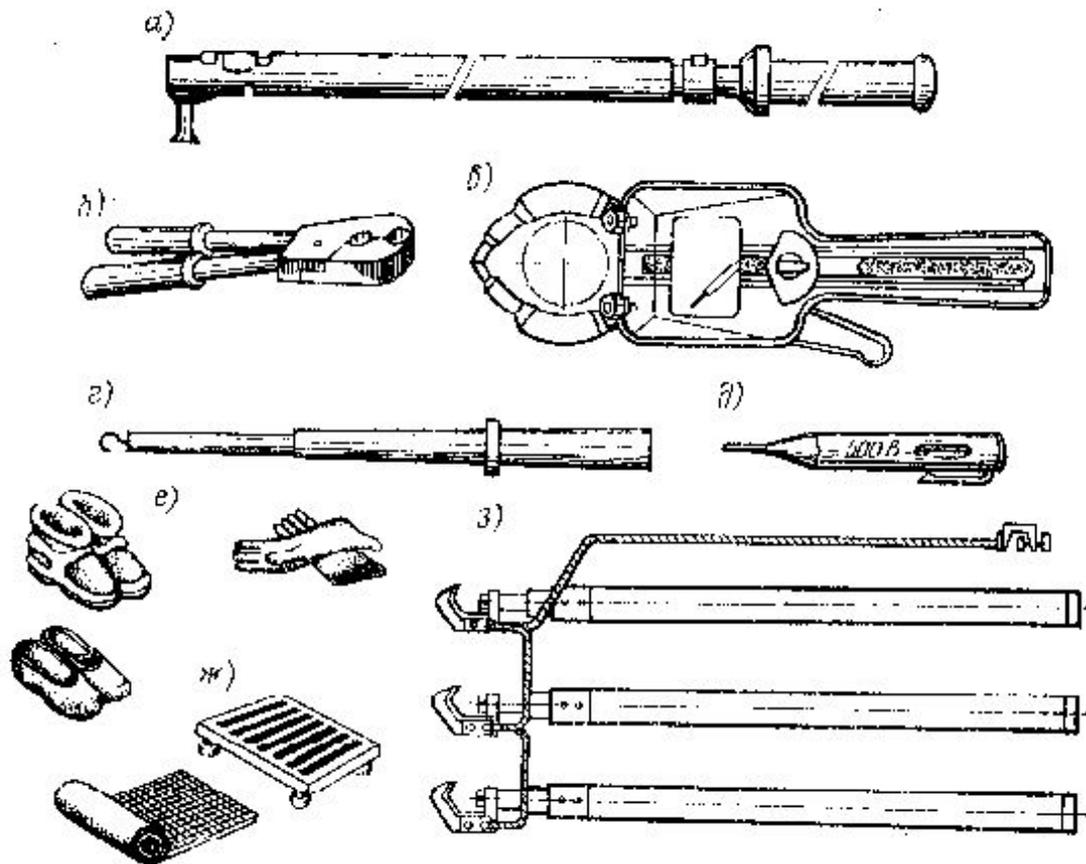
Схема УЗО, реагирующая на изменение напряжения корпуса относительно земли



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.