

Пензенский государственный университет

Кафедра техногенной безопасности

# СЛАЙД-ФИЛЬМ

на проведение лекции

по дисциплине «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

*Лекция.*     **Электробезопасность**

# **УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1. Виды поражения электрическим током.**
- 2. Факторы, определяющие исход поражения электрическим током.**
- 3. Опасность поражения прикосновения и шага в аварийных режимах работы электроустановок.**
- 4. Меры по обеспечению электробезопасности на производстве.**

## **ЛИТЕРАТУРА**

- 1. Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. М.: Изд. Юрайт. 2011 – с. 155...164.**

# УЧЕБНАЯ ЦЕЛЬ

## знать:

- виды воздействия электрического тока на организм человека и их физическую сущность;;
- понятие электрической травмы и электрического удара;
- основные факторы, определяющие исход поражения электрическим током;
- типовые схемы электрических сетей в производственных помещениях;
- опасные ситуации поражения током;
- основные меры и средства защиты человека от поражения электрическим током;

## иметь представление:

- о пороговых значениях силы тока и предельном токе;
- о мерах по оказанию неотложной помощи при поражении электрическим током.

# 1. Виды поражения электрическим током

Электрический ток характеризуется параметрами:

напряжение **U**, В;

сила тока, **I**, А;

частота тока, **f**, Гц



**Электрическое воздействие на организм человека;**

**- местное (электрические травмы);**

**- общее (электрический удар)**

## **Электрические травмы**

**1. Ожоги - токовые и дуговые.**

**2. Электрические знаки - это метки тока, возникающие в месте входа тока или по пути прохождения тока (разводы и тёмные пятна)**

**3. Металлизация кожи - это проникновение брызг расплавленного металла от дуги в кожу.**

**4. Механические повреждения от судорожных сокращений мышц.**

**5. Электроофтальмия - это повреждение роговицы глаз от электрической дуги (например, при сварке).**

# 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).

## 2. Факторы, определяющие исход поражения током

Исход поражения током определяют следующие факторы

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); при напряжении свыше 500 В более опасен постоянный ток
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».

## 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.

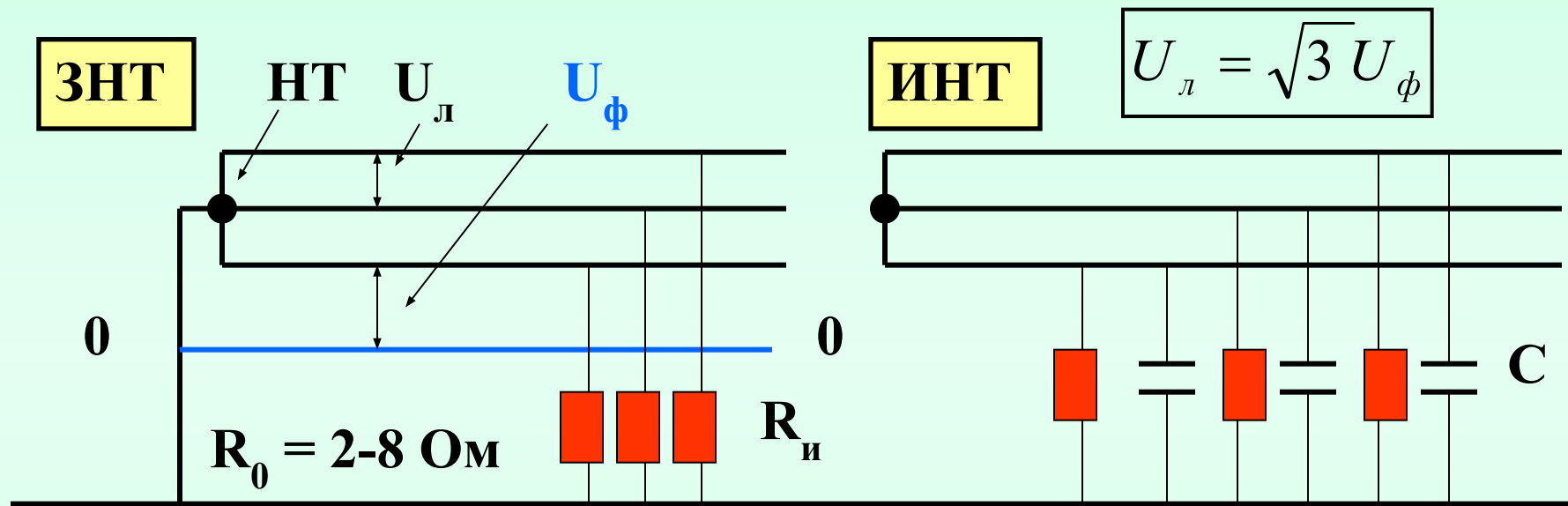
**ЗНТ** – заземленной нейтральной точкой

**ИНТ** – изолированной нейтральной точкой



### 3. Опасность поражения прикосновения и шага в аварийных режимах работы электроустановок

#### Схемы электрических сетей



**ЗНТ** - сеть с заземлённой нейтральной точкой трансформатора;

**ИНТ** - сеть с изолированной нейтральной точкой;

**(0 - 0)** - нулевой защитный проводник;  **$R_0$**  - рабочее заземление нейтральной точки;

**$R_{и}$**  - сопротивление изоляции фазы относительно земли;  **$C$**  - ёмкость;

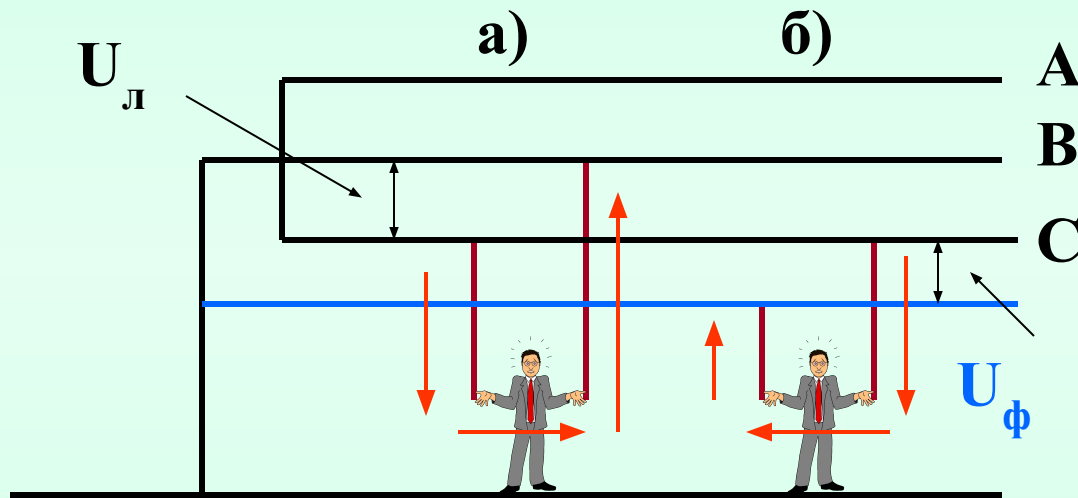
**$U_{л}$**  - линейное напряжение (380В);  **$U_{\phi}$**  - фазное напряжение (220В).

# **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»

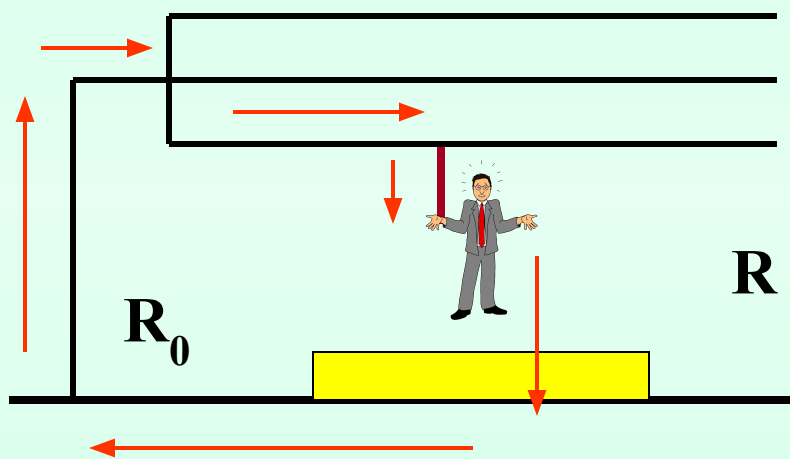
$$\text{а) } I_{ч} = U_{л} / R_{ч} , U_{пр} = I_{ч} \cdot R_{ч} = U_{л} = 380 \text{ В}$$

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

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

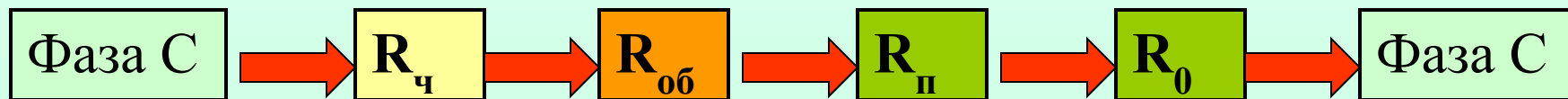
$$I_{ч} = \frac{U_{\phi}}{R_0 + R} = \frac{U_{\phi}}{R}$$

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

$$R = R_{ч} + R_{об} + R_{п}$$

Путь тока - «рука-нога»

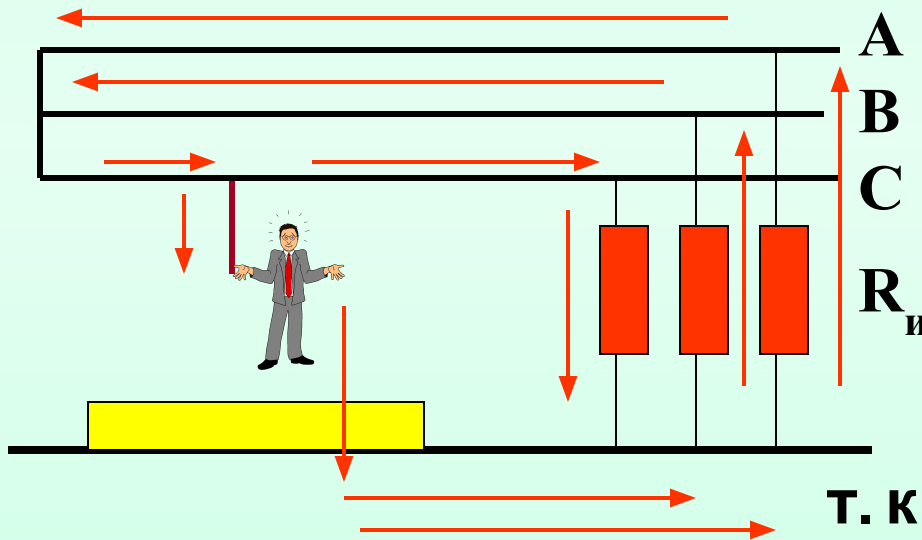
Цепь поражения:



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:

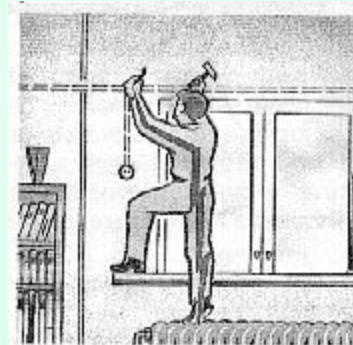
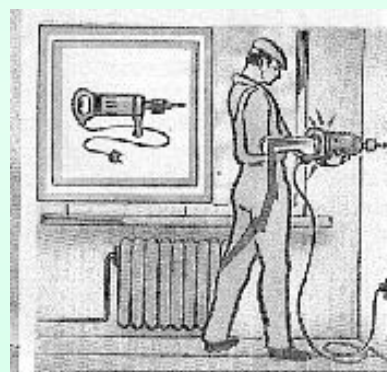
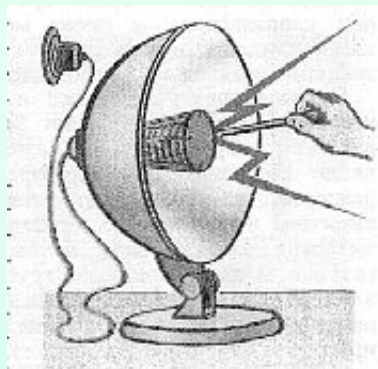
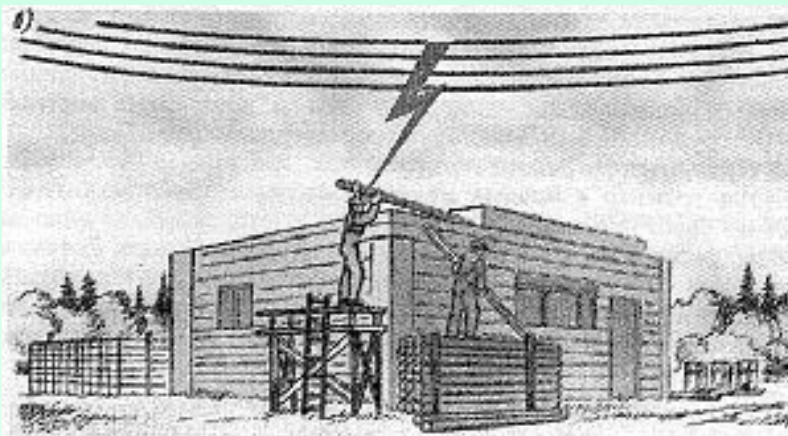
$$\sum R_{и} = R_{и} / 3,$$

Путь тока - «рука-нога»

т. к.  $1/R_{и} = 1/R_{иА} + 1/R_{иВ} + 1/R_{иС}$

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

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



## Опасные ситуации поражения током в бытовой сфере

## **4. Меры по обеспечению электробезопасности на производстве**

Требования к устройству электрооборудования определены «Правилем устройства электроустановок (ПУЭ).

### **Классификация помещений:**

1) помещения без повышенной опасности – сухие, беспыльные, с нормальной температурой воздуха, с изолирующими (например, деревянными) полами;

2) помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из пяти условий:

- Относительная влажность воздуха превышает 75% (сырые помещения);

- температура воздуха свыше суток превышает +35°C (жаркие помещения);

**- наличие токопроводящей технологической пыли (угольная, металлическая и т.п.), способной оседать на проводах, проникать внутрь оборудования (пыльные, с токопроводящей пылью помещения);**

**-токопроводящие (металлические, земляные, железобетонные и т.п.) полы;**

**- наличие возможности одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования и соединенным с землей металлоконструкциями зданий;**

**3) помещения особо опасные характеризуются наличием одного из трех условий:**

**- относительная влажность воздуха близка к 100%;**

**- наличие химически активной среды;**

**наличие одновременно двух и более условий, характерных для помещений с повышенной опасностью.**

**Большая часть производственных помещений относится к категории особо опасных**



**Меры по безопасности 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.**

4. Применение малых напряжений (12 - 42 В) в особо опасных помещениях.

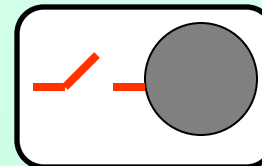
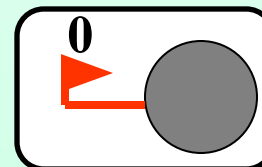
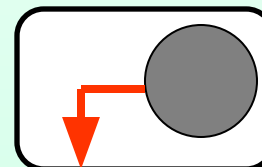
5. Средства уменьшения ёмкостного тока: включение индуктивной катушки между нейтральной точкой и землёй, разделение протяжённых сетей на отдельные участки с меньшей ёмкостью.

6. Средства защиты от пробоя фазы на корпус оборудования:

Защитное заземление

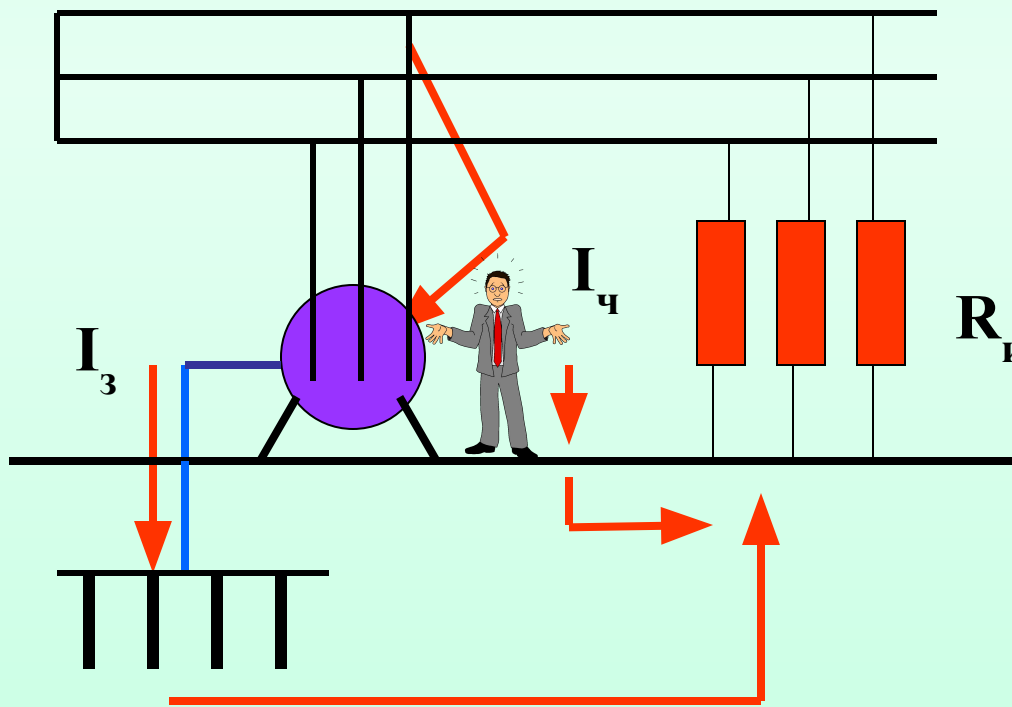
Зануление

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.



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

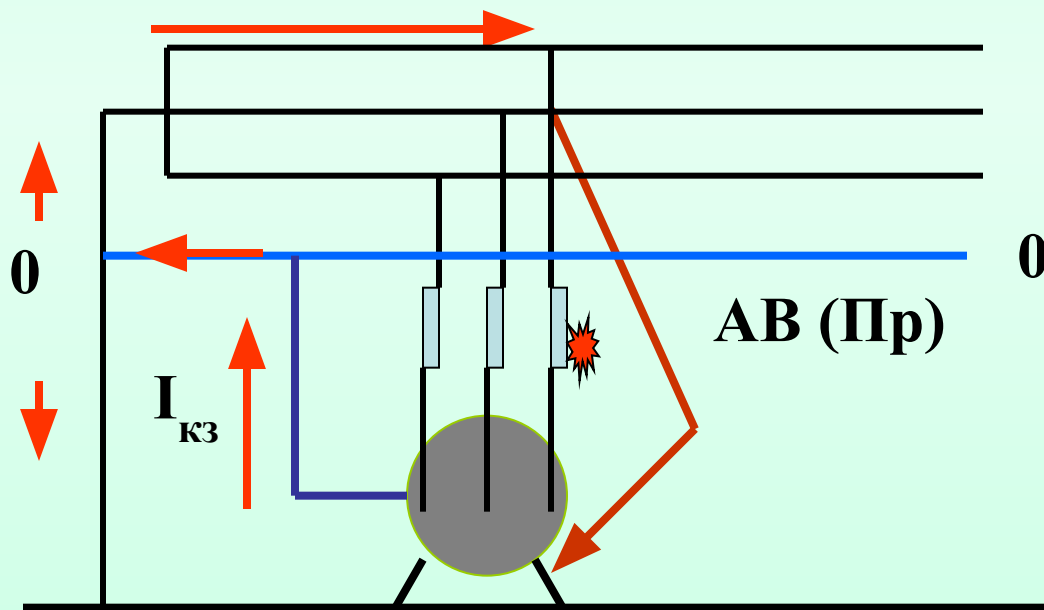
*В параллельных ветвях  
токи обратно  
пропорциональны  
 $R_{и}$  сопротивлениям.*

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

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.

Предусматривается повторное заземление нулевого провода на случай его обрыва

# Устройство защитного отключения (УЗО)

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

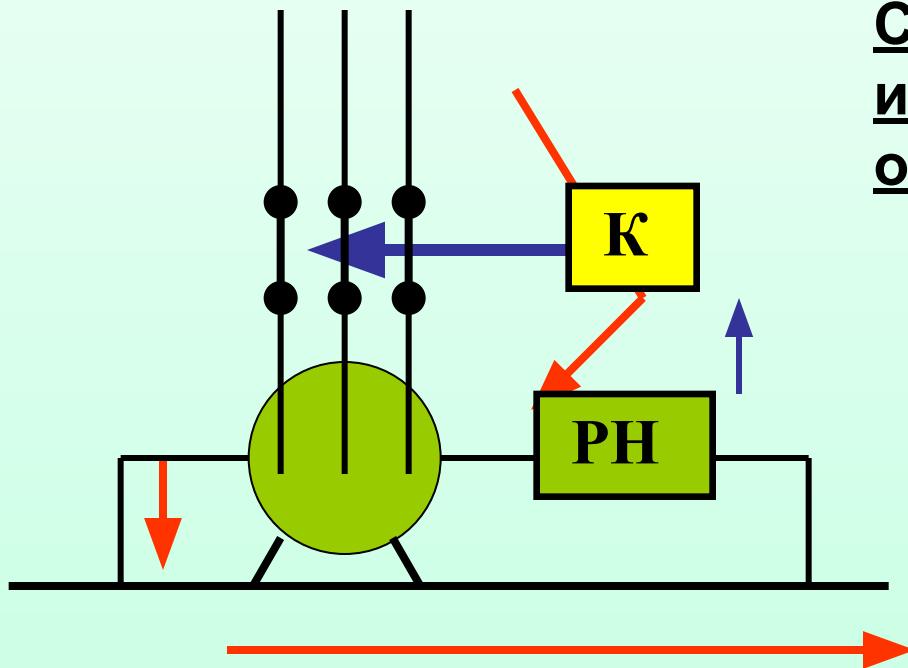


Схема УЗО, реагирующая на изменение напряжения корпуса относительно земли

При пробое фазы на корпус срабатывает реле напряжения (РН), настроенное на определенную установку, 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.

