

# Электробезопасность

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

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## 1. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК (ПУЭ)

2. Приказ Минэнерго России от 13.01.2003  
N 6 (ред. от 13.09.2018) "Об утверждении  
Правил технической эксплуатации  
электроустановок потребителей"

# Действие электрического тока на человека

## Местные электротравмы:

- электрические ожоги,
- металлизация кожи,
- электрические знаки,
- электроофтальмия,
- механические повреждения

## Общие электротравмы (электрические удары):

- I степень – судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- II степень – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением работы органов дыхания и сердца;
- III степень – потеря сознания и нарушение деятельности сердца или органов дыхания (либо того и другого вместе);
- IV степень – отсутствие работы органов дыхания и кровообращения (клиническая смерть).

# Электрические ожоги



# Электрические знаки



# Реанимация пострадавшего от действия электрического тока



# Факторы, влияющие на исход электропоражения

---

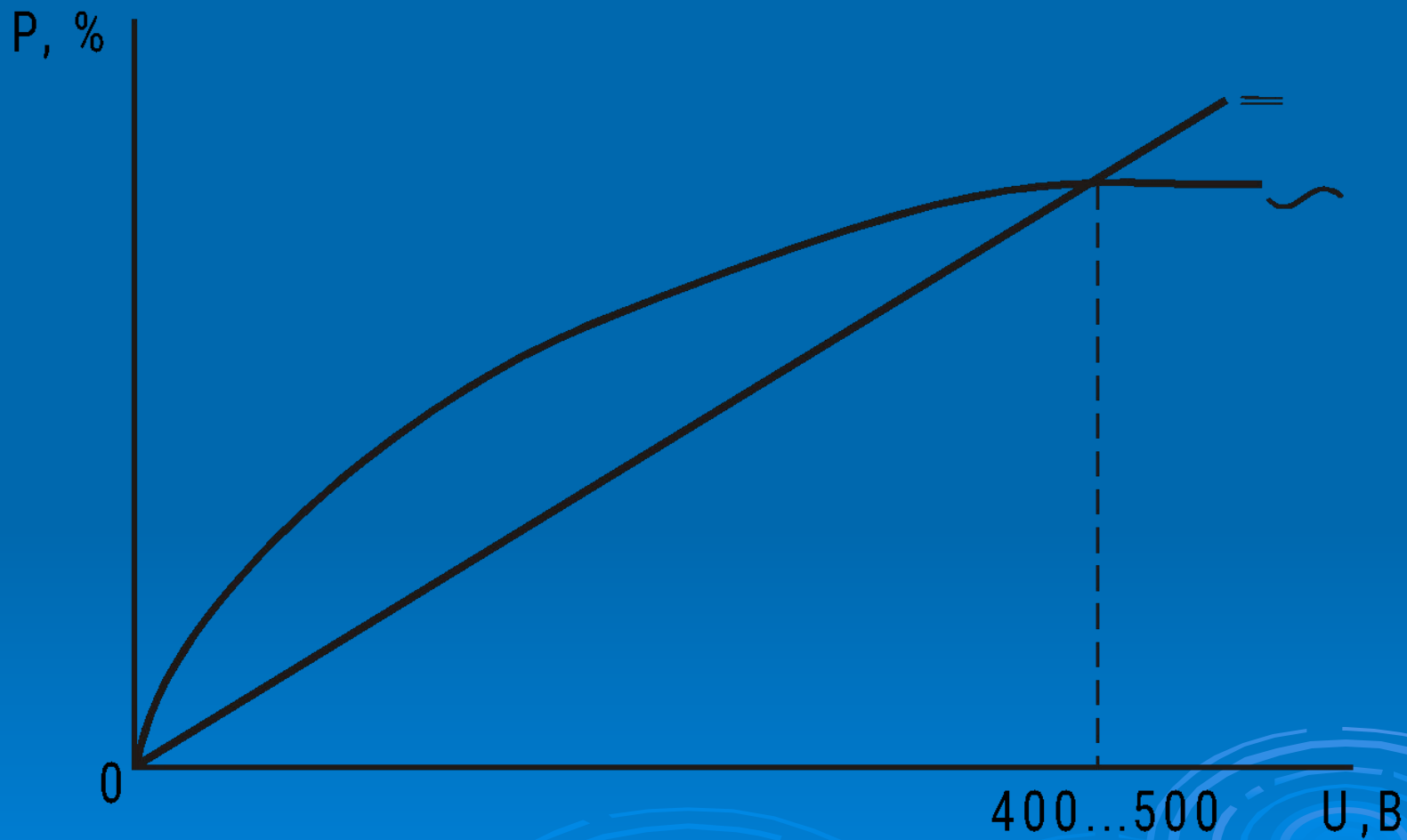
- сила тока
- частота и род тока
- длительность воздействия тока
- напряжение
- сопротивление тела человека
- пути прохождения тока
- индивидуальные свойства человека

# Пороговые значения тока

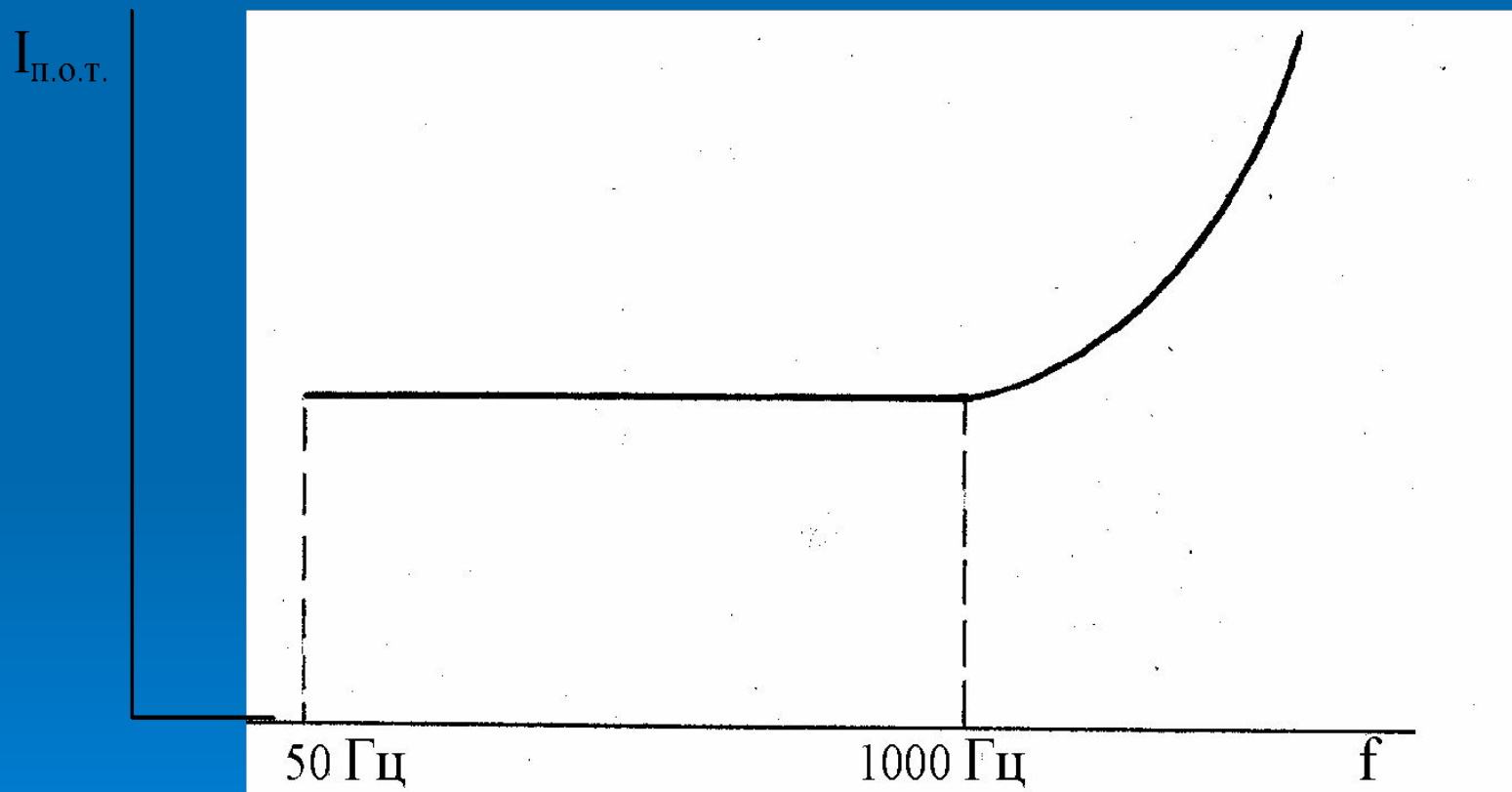
Показатели	Мужчины	Женщины
Пороговый ощутимый ток (мА)	0,9	0,6
Пороговый неотпускающий ток (мА)	9,0	6,0
Пороговый фибрилляционный ток (мА)	80 - 100	80 - 100



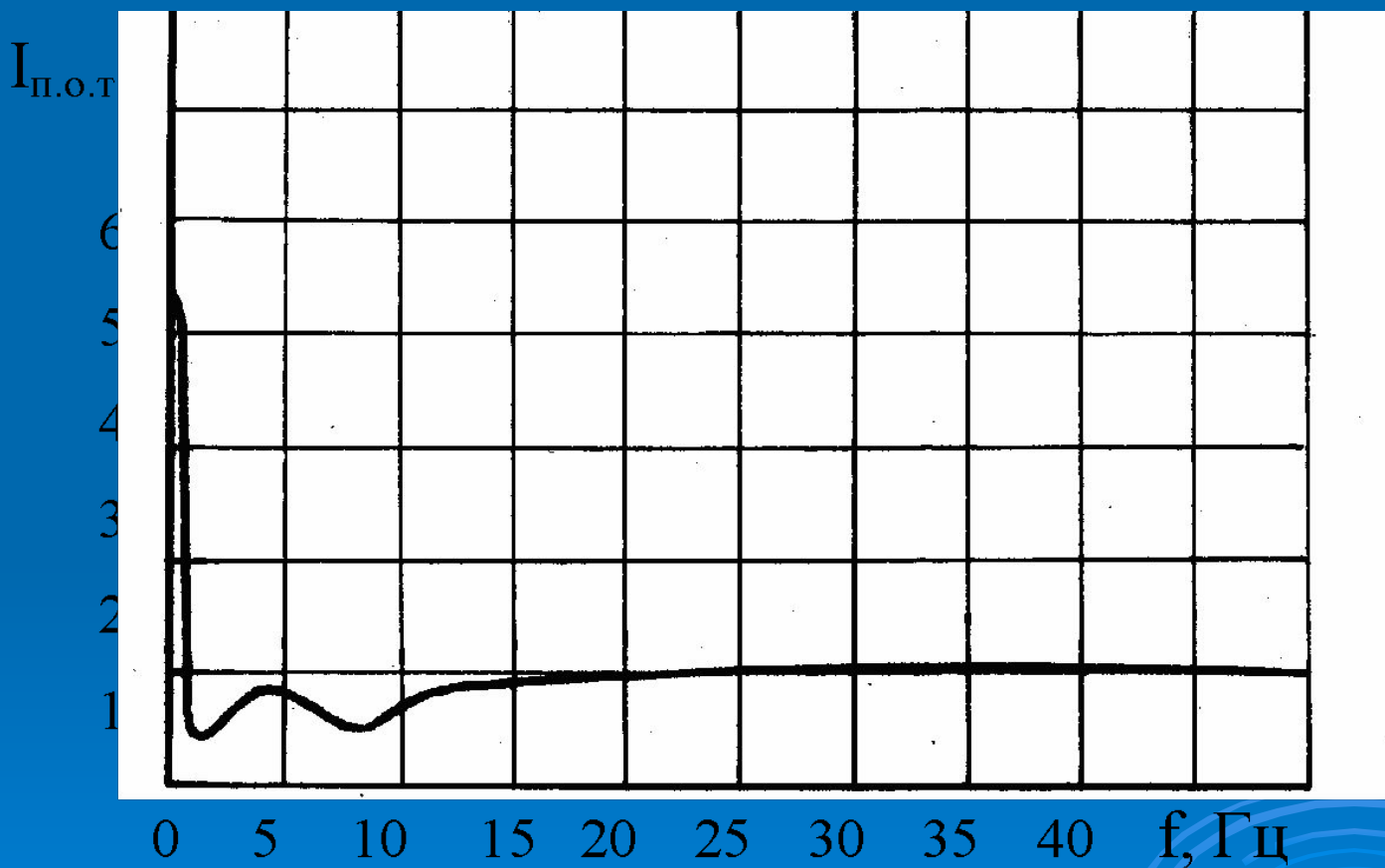
# Род тока



# Частота электрического тока

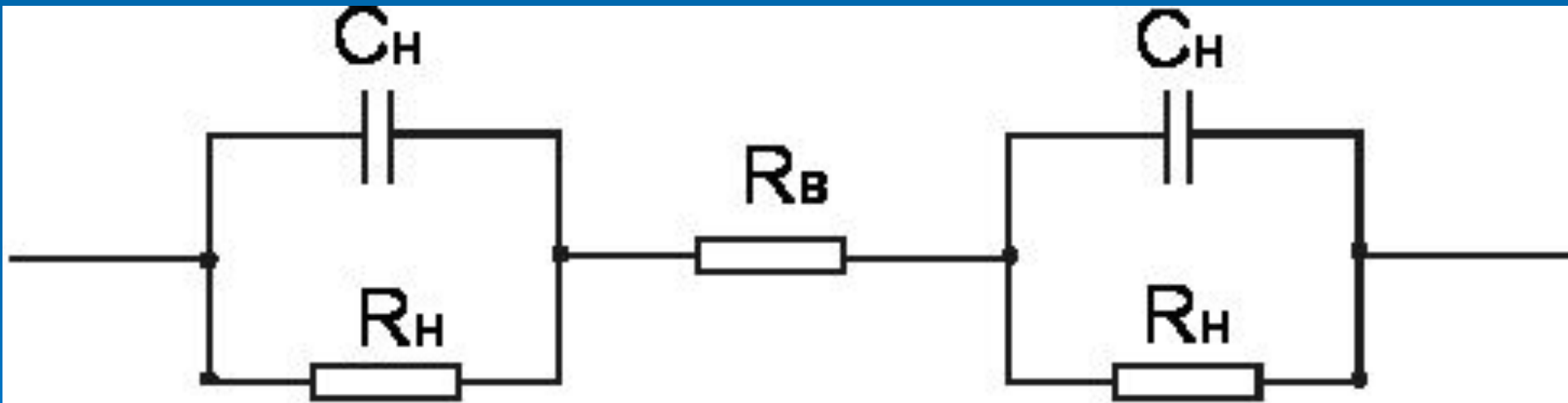


# Частота электрического тока



# Электрическое сопротивление тела человека

Общепринятая схема замещения тела человека:



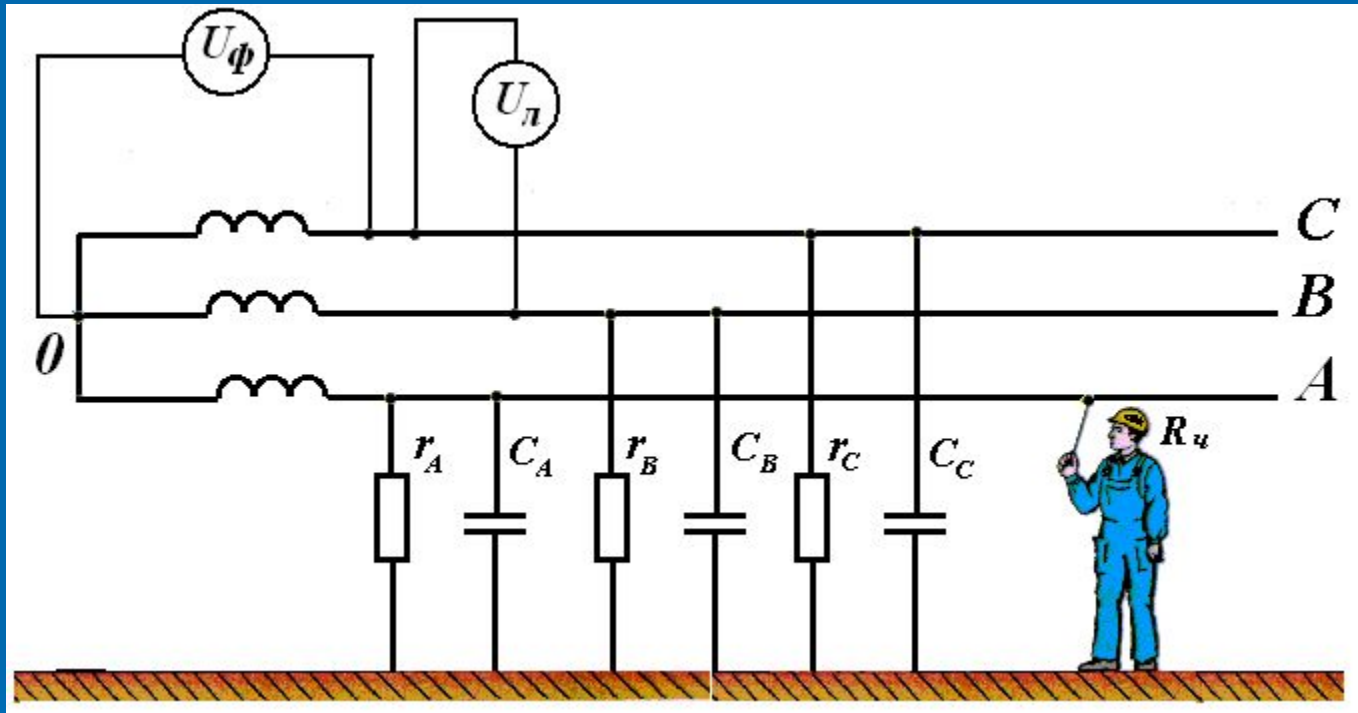
- **Изолированная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная через аппараты, имеющие большое сопротивление.
- **Глухозаземленная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление.

## На производстве используются следующие виды э/сетей:

- трехфазные с изолированной нейтралью;
- трехфазные с заземленной нейтралью;
- однофазные.

Напряжение сети	Зануление	Заземление
До 1000 В ( 220, 380, 660 В)	Сеть с глухозаземленной нейтралью	Сеть с изолированной нейтралью (производство с повышенной опасностью)
> 1000 В (6, 10, 35 кВ)	-	Сеть с изолированной нейтралью
Сети сверхвысокого напряжения (110, 220, 330, 500, 1150 кВ)	-	Сети с эффективно заземленной нейтралью

# Сети с изолированной нейтралью

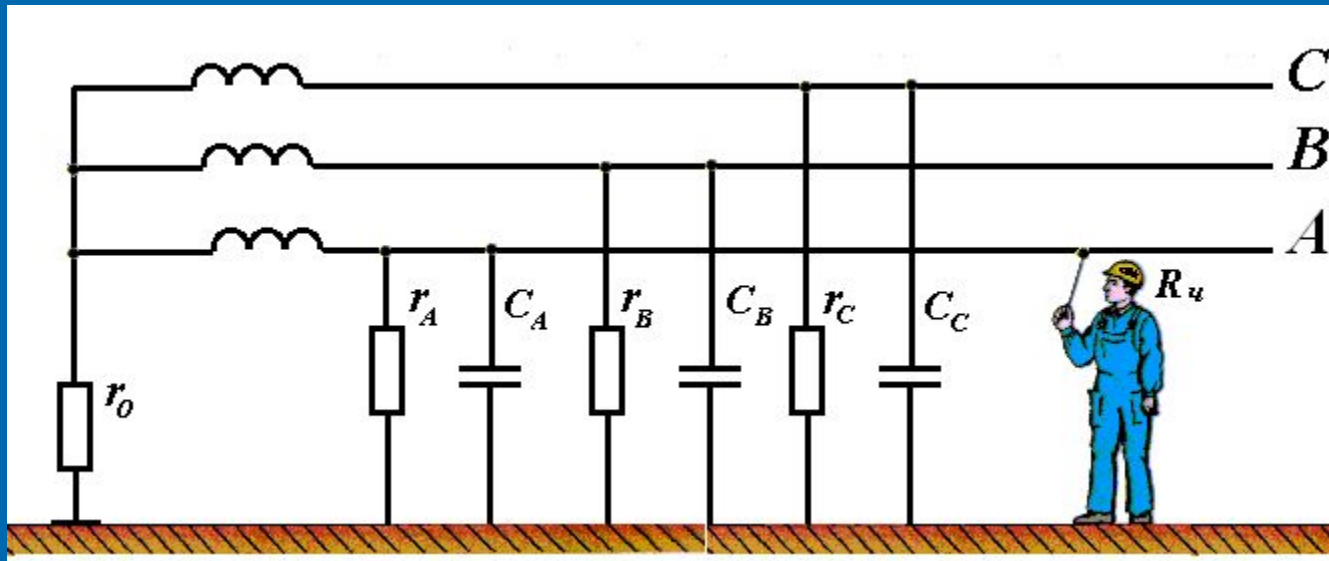


однофазное прикосновение:  $I_h = U_\phi / (R_h + r/3)$

двухфазное прикосновение:  $I_h = U_\phi / R_h$

аварийный режим работы сети:  $I_h = U_\phi / (R_h + R_k)$

# Сети с глухозаземленной нейтралью



однофазное прикосновение:  $I_h = U_{\phi} / R_h + R_0$

двухфазное прикосновение:  $I_h = U_{\text{л}} / R_h$

аварийный режим работы сети:  $I_h = U_{\text{ч}} / R_h$



# Опасность электрооборудования

---

- **электрическое замыкание на корпус** - случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетокведущими частями электроустановки.
- **электрическое замыкание на землю** - случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или нетокведущими проводящими конструкциями.

# Опасность электрооборудования

---

- ***Ток замыкания на землю*** – это ток, проходящий через место замыкания на землю.
- ***Зона растекания тока замыкания на землю*** – зона земли, за пределами которой электрический потенциал может быть условно принят равным нулю.

# Опасность электрооборудования

- **напряжение прикосновения** - напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{пр}} / R_{\text{ч}}$$

- **напряжение шага** - напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек.

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ш}} / R_{\text{ч}}$$

## Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения (В) и токов через человека (мА)

Род тока	Нормируемый параметр	Длительности воздействия, с						
		0,01–0,08	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	свыше 1,0
Переменный ток 50Гц	<i>U, В</i>	550	340	160	105	85	60	20
	<i>I, мА</i>	650	400	190	125	90	50	6
Переменный ток 400 Гц	<i>U, В</i>	650	500	500	200	140	100	36
	<i>I, мА</i>	650	500	500	200	140	100	8
Постоянный ток	<i>U, В</i>	650	500	400	250	230	200	40
	<i>I, мА</i>	650	500	400	250	230	200	15

# Классификация помещений в отношении опасности поражения электрическим током

## 1. Помещения с повышенной опасностью:

- а) повышенная температура ( $\geq +30^{\circ}\text{C}$ )
- б) повышенная влажность (относительная влажность воздуха  $\geq 75\%$ )
- в) наличие токопроводящей пыли, полов;
- г) наличие возможности одновременного прикосновения к токоведущим частям и заземленным конструкциям

## 2. Особо опасные помещения:

- а) влажность – 100%
- б) наличие химически активной среды.

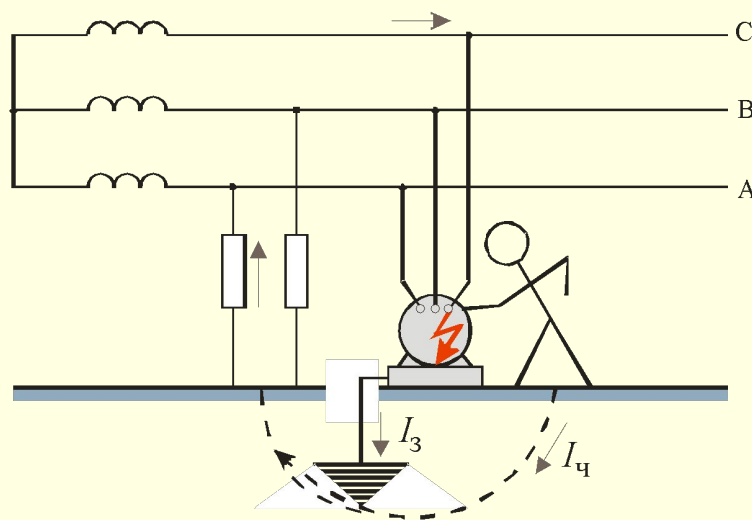
## 3. Помещения без повышенной опасности – нет ни одного из указанных выше признаков

# Средства защиты от электропоражения

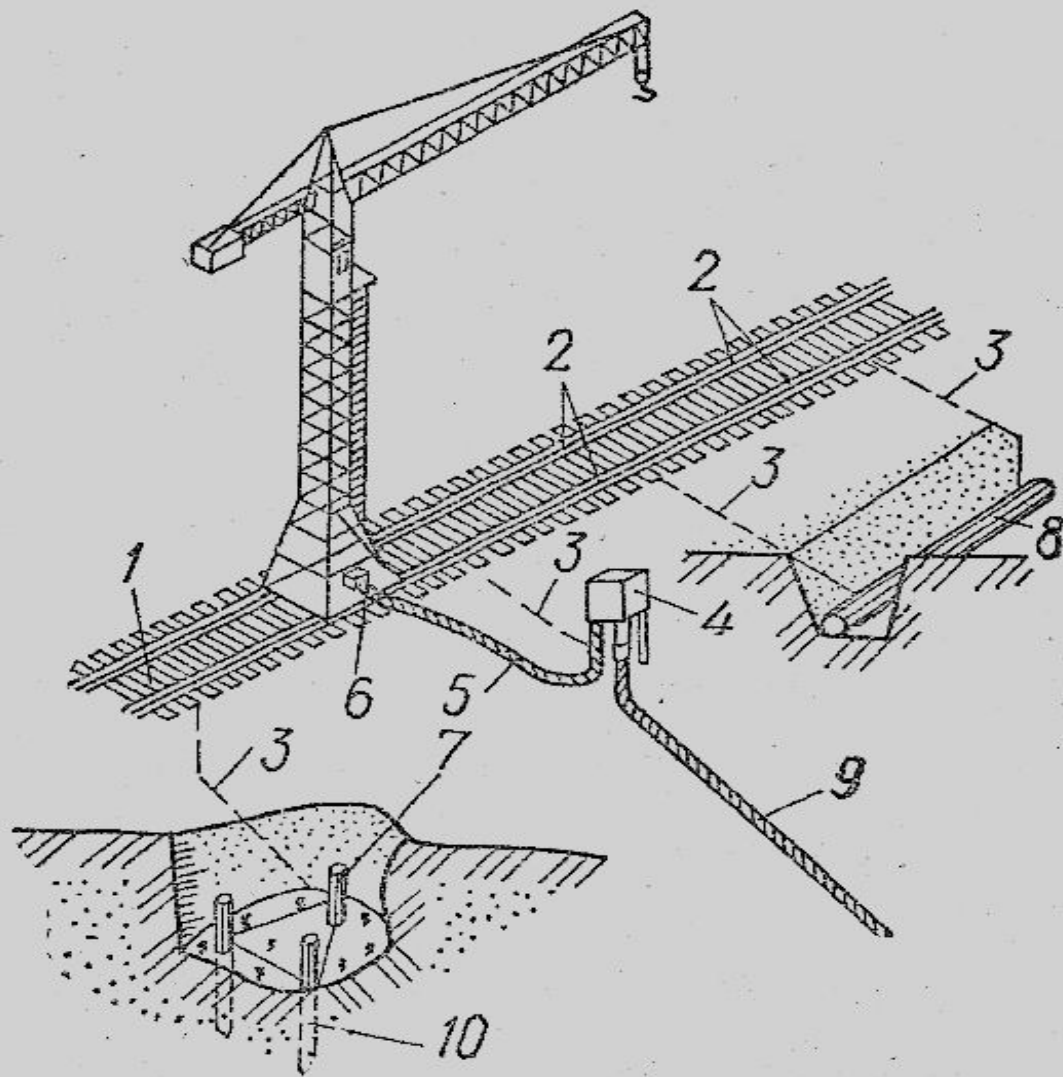
- **Защитное зануление**
- **Защитное отключение**
- **Защитное шунтирование**
  
- **Защитное заземление**
- **Электрическое разделение сети**
- **Использование малых напряжений**
- **Рабочая изоляция, дополнительная изоляция, двойная изоляция**
- **Расположение токоведущих частей на недосягаемой высоте**
- **Контроль изоляции**
- **Электрозащитные средства**

# Принцип действия заземления

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



# Защитное заземление башенного крана

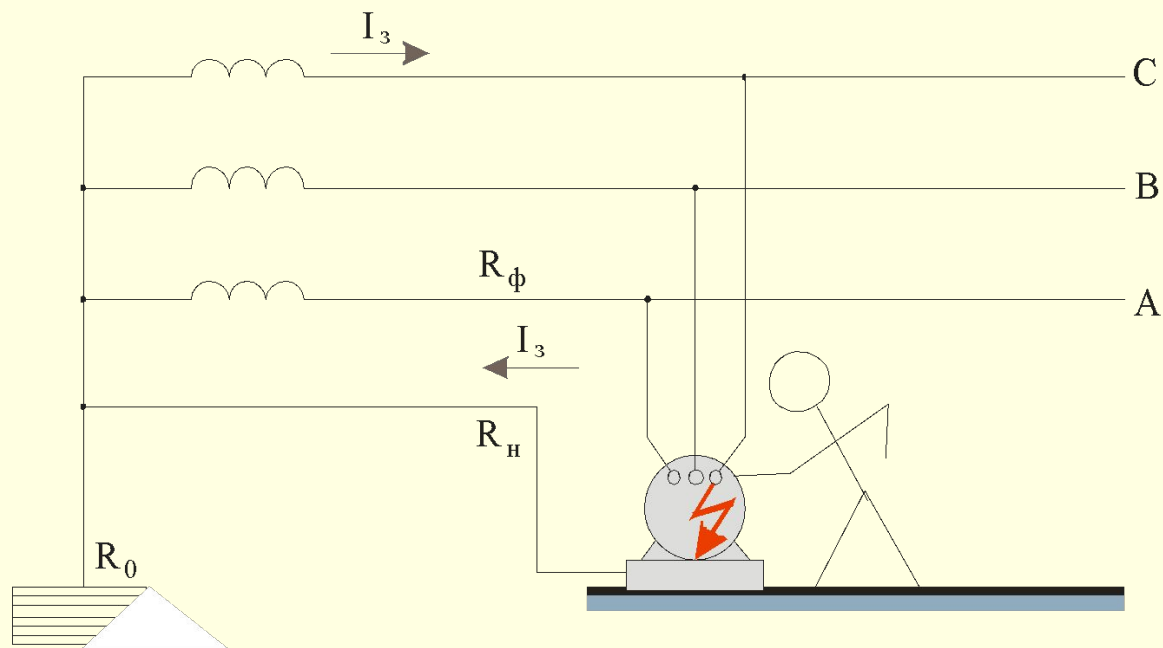


- 1 – перемычка между путями;
- 2 – перемычки между стыками рельсов;
- 3 – заземляющие проводники;
- 4 – коробка для подключения;
- 5 – сетевой шланговый кабель;
- 6 – вводный коммутатор;
- 7 – повторный заземлитель;
- 8 – естественный заземлитель;
- 9 – питающий сетевой кабель;
- 10 – трубчатый заземлитель



# Принципиальная схема зануления

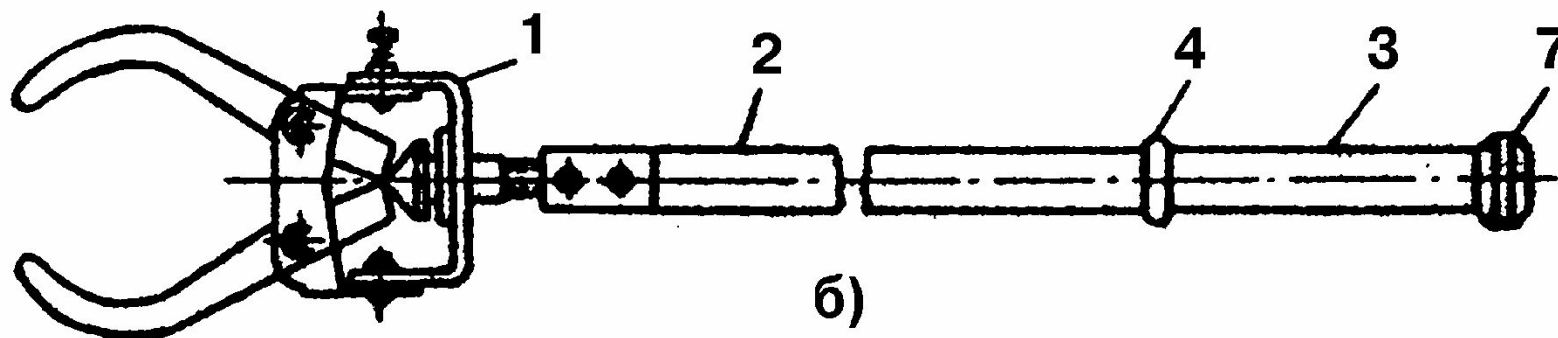
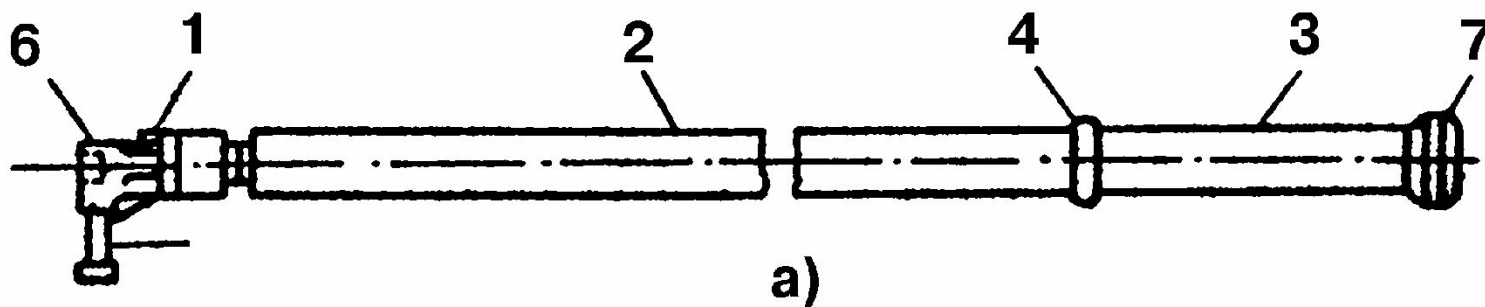
**Зануление** – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.



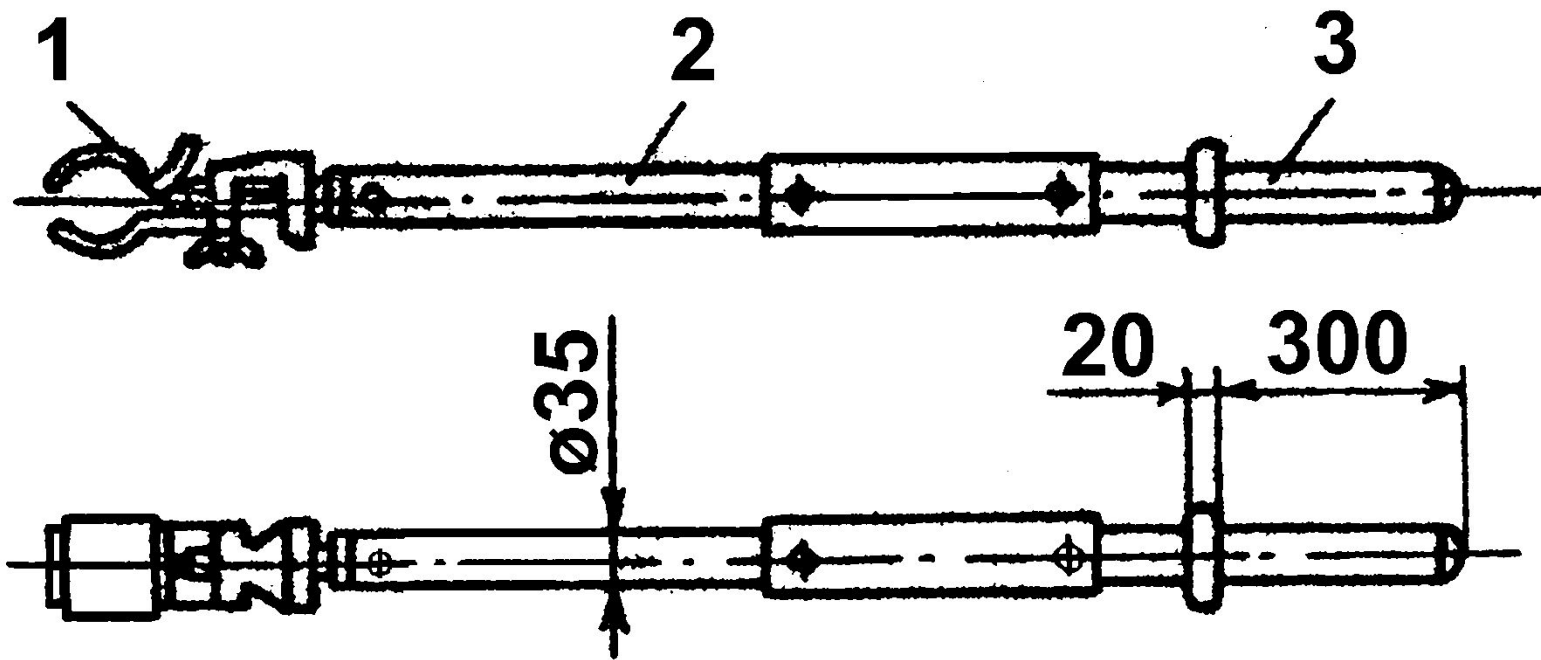
# Электрозащитные средства

- изолирующие штанги (измерительные, для наложения заземления);
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- изолированный инструмент,
- диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты, ширмы, изолирующие колпаки и накладки);
- переносные заземления;
- указатели напряжения для проверки совпадения фаз;
- плакаты и знаки безопасности.

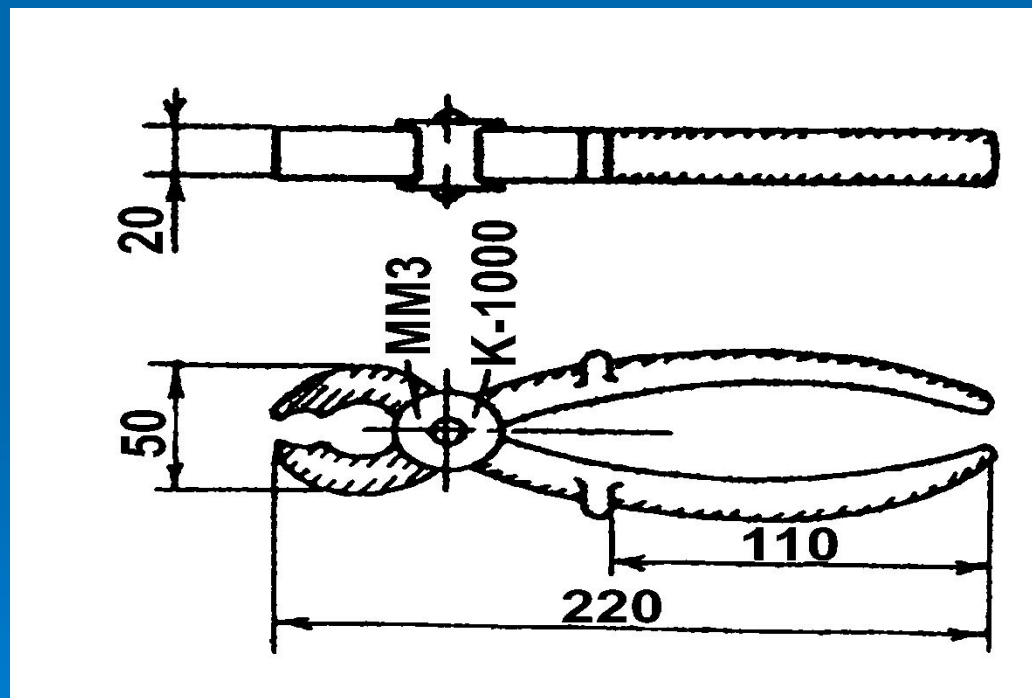
# Изолирующие оперативные штанги



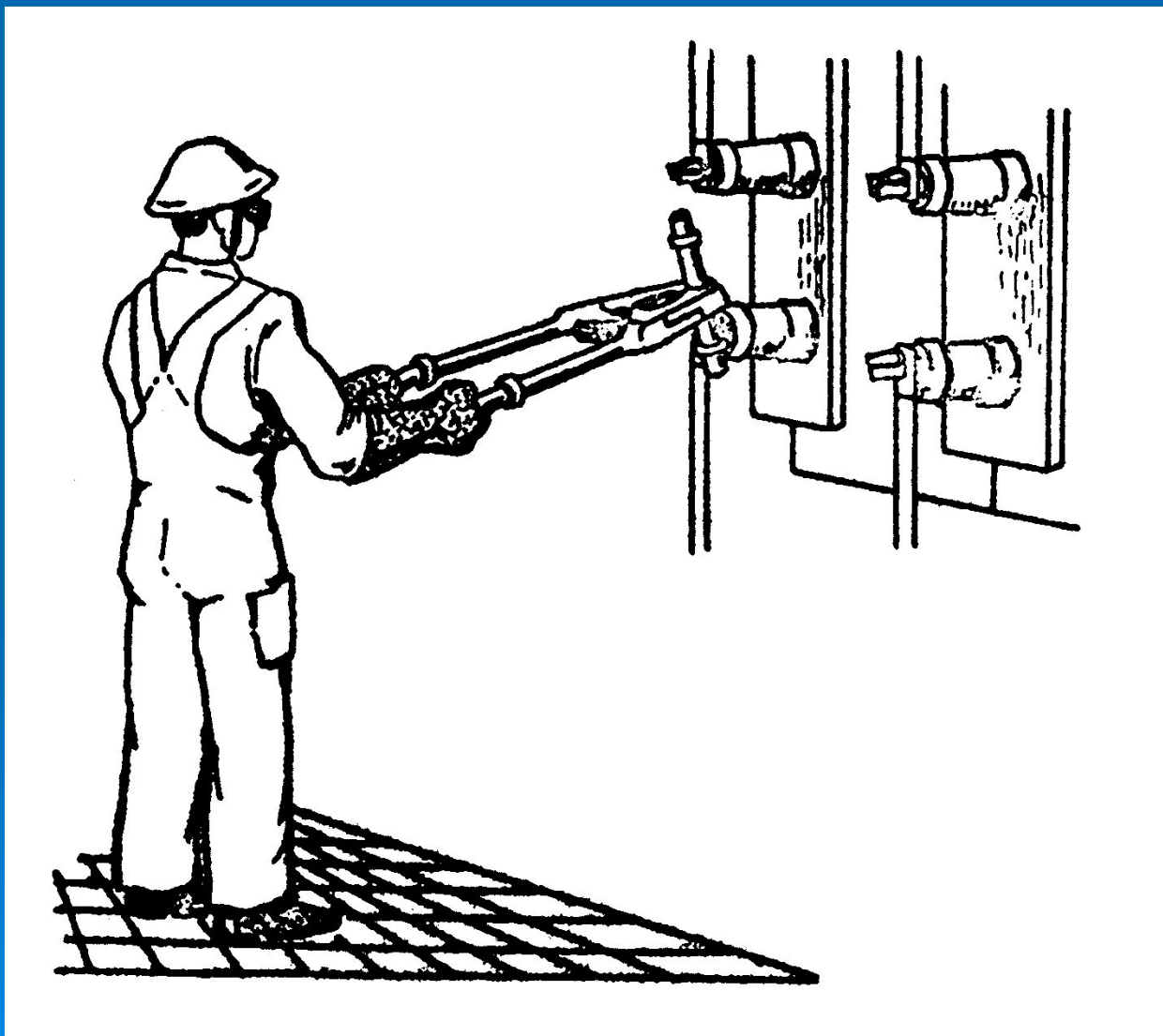
# Клещи изолирующие для электроустановок 6 ... 10 кВ



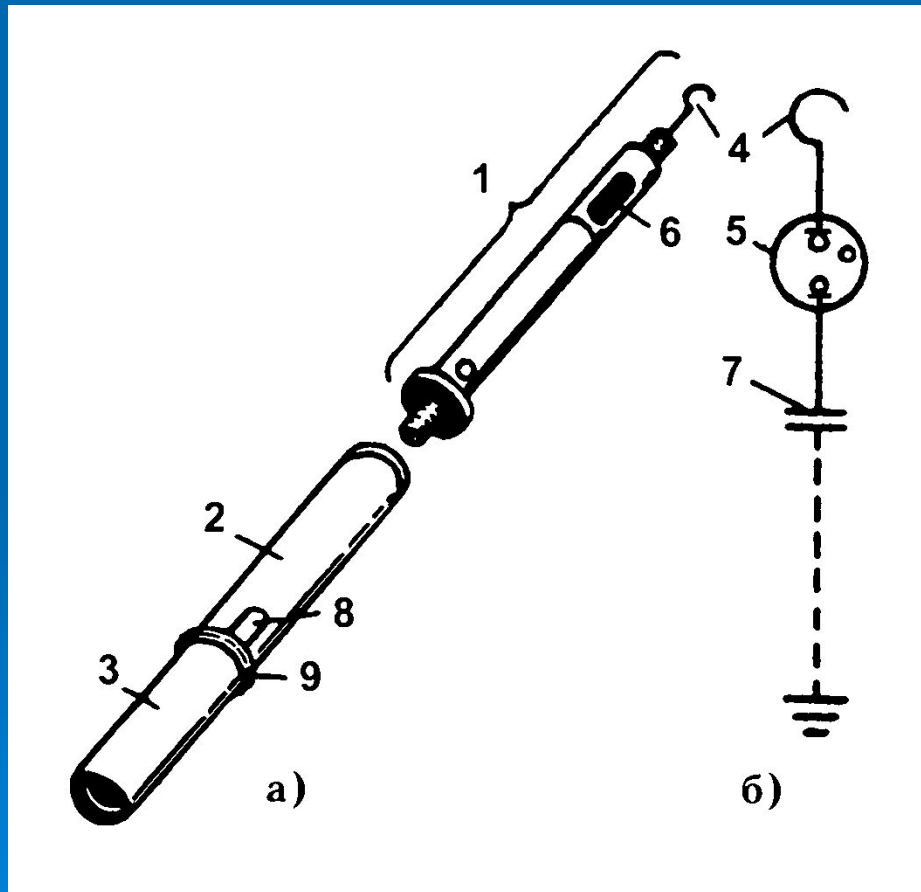
# Клещи для замены предохранителей на ток 15 ... 60 А и на напряжение до 1000 В



**Установка (снятие) трубчатого патрона плавкого предохранителя под напряжением выше 1000 В с помощью изолирующих клещей**



# Указатели напряжения высоковольтные (типа УВН-10)

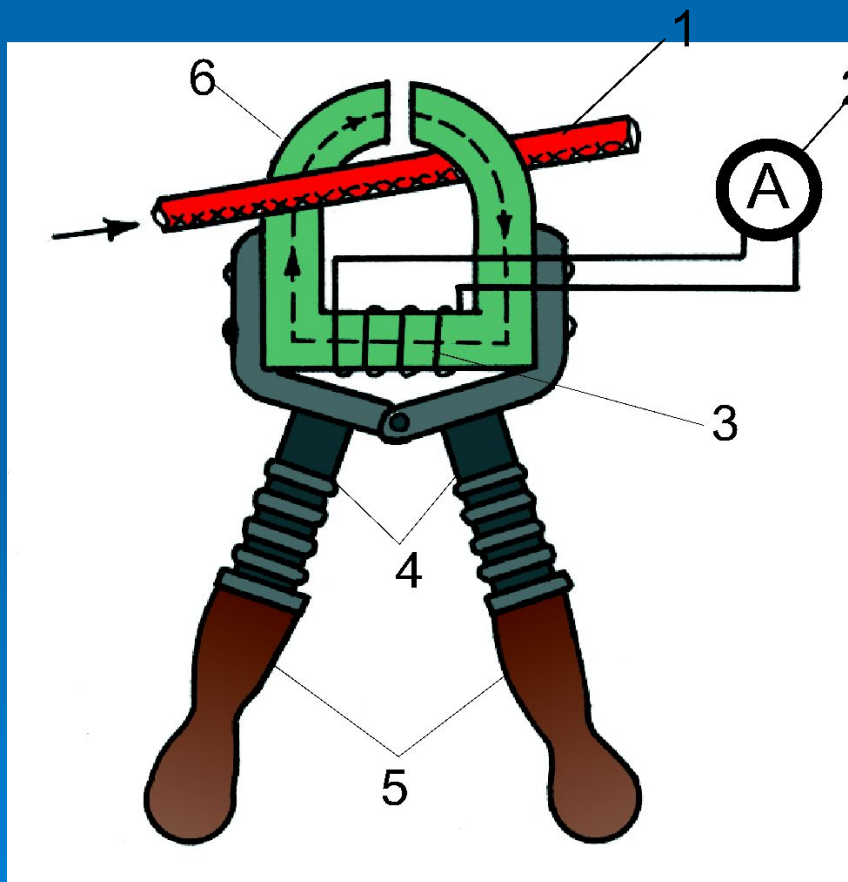


# Указатели напряжения НИЗКОВОЛЬТНЫЕ





# Указатели для проверки совпадения фаз



# Диэлектрические боты и перчатки

