

## Определение

• 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.

### Причины поражения электрическим током

- Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- Прикосновение к отключенным частям оборудования, на которых напряжение может иметь место:
  - в случае остаточного заряда;
  - в случае ошибочного включения электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
  - в случае разряда молнии в электроустановку или вблизи;
  - прикосновение к металлическим не токоведущим частям или связанного с ними электрооборудования (корпуса, кожухи, ограждения) после перехода напряжения на них с токоведущих частей (возникновение авар. ситуации пробой на корпусе).
- Поражение напряжением шага или пребывание человека в поле растекания электротока, в случае замыкания на землю.
- Поражение через электрическую дугу при напряжении электрической установки выше 1кВ, при приближении на недопустимо малое расстояние.
- Действие атмосферного электричества при грозовых разрядах.
- Освобождение человека, находящегося под напряжением.

## Причины электрических травм

- Человек дистанционно не может определить находится ли установка под напряжением или нет.
- Ток, который протекает через тело человека, действует на организм не только в местах контакта и по пути протекания тока, но и на такие системы как кровеносная, дыхательная и сердечно-сосудистая.
- Возможность получения электротравм имеет место не только при прикосновении, но и через напряжение шага.

### Действие электрического тока на организм человека

- Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое действие.
- К общим электротравмам относят электрический удар, при котором процесс возбуждения различных групп мышц может привести к судорогам, остановке дыхания и сердечной деятельности. Остановка сердца связана с фибрилляцией хаотическим сокращением отдельных волокон сердечной мышцы (фибрилл).
- К местным электротравмам относят ожоги, электрические знаки, металлизацию кожи, механические повреждения, электроофтальмии (воспаление глаз в результате воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги).

## Характер воздействия токов на организм человека:

~ 50 Гц постоянный

Неотпускающий 10-15 мА 50-70 мА

- 2. Фибрилляционный 100 мА 300 мА
- 3. Ощутимый ток 0,6-1,5 мA 5-7 мA
- 4. Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи

# Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений прикосновения и сила тока при аварийном режиме электроустановок по ГОСТ 12.1.038-82:

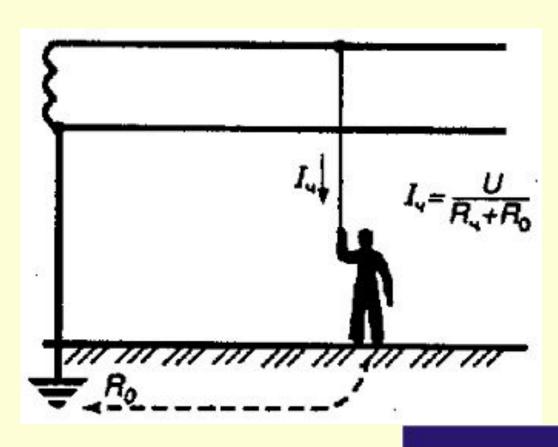
Род и частота тока	Норм. вел.	ПДУ, при t, c	
		0,01 - 0,08	свыше 1
Переменный f = 50 Гц	$oldsymbol{U}_{\mathcal{A}} oldsymbol{I}_{\mathcal{A}}$	650 B	36 B 6 MA
Переменный f = 400 Гц	$oldsymbol{U}_{\mathcal{A}} \ oldsymbol{I}_{\mathcal{A}}$	650 B —	36 B 6 MA
Постоянный	$oldsymbol{U}_{\mathcal{I}} \ oldsymbol{I}_{\mathcal{I}}$	650 B	40 B 15 mA

## Классификация помещений по опасности поражения электрическим током (ПУЭ)

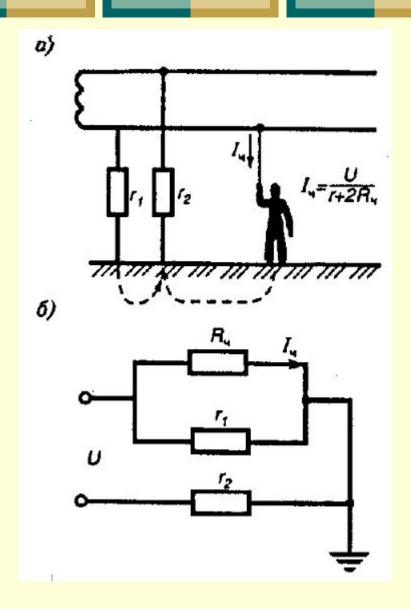
- Помещения I класса. Особо опасные помещения. (100 % влажность; наличие хим. активной среды или более 2 факторов кл.2)
- Помещения II класса. Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. (присутствуют один из следующих факторов:
  - повышенная т-ра воздуха (t = + 35 °C);
  - повышенная влажность (> 75 %);
  - наличие токопроводящей пыли;
  - наличие токопроводящих полов;
  - возможности прикосновения одновременно и к эл. установке и к заземлению или к двум эл. установкам одновременно.

Помещения III класса. Мало опасные помещения. Отсутствуют признаки, характерные для двух предыдущих классов.

### Ток через человека при наличии заземлителя

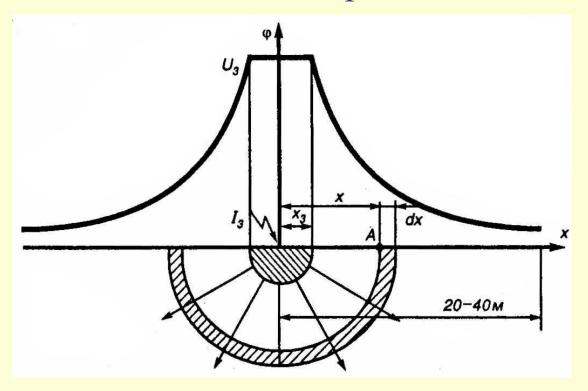


**ЗАЗЕМЛЕНО** 



Ток через человека в системе с изолированной нейтралью

### Растекание тока через заземлитель



$$\delta = I_3 / 2\pi x^2 \qquad \delta = E / \rho$$

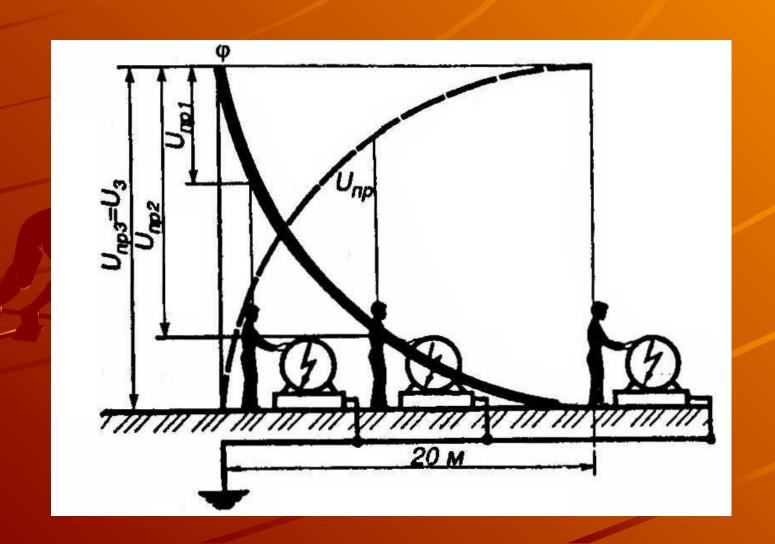
$$\varphi_A = \frac{I_3 \rho}{2\pi x_A}$$

# Сопротивление заземлителя растеканию тока

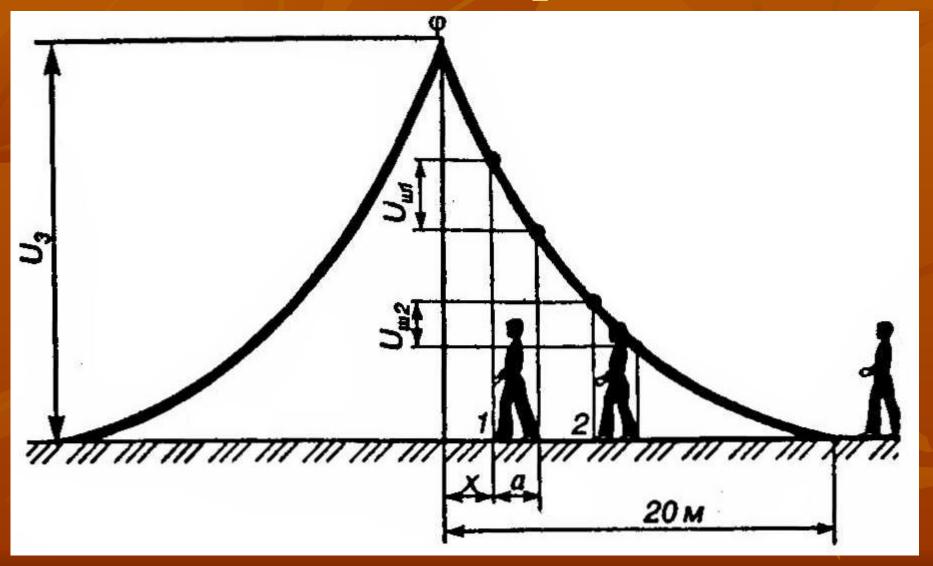
$$R_{3} = \varphi_{3}/I_{3} = \rho/(2\pi r)$$

$$R_{\rm rp} = R_0/n$$

## Напряжение прикосновения



## Шаговое напряжение



### Напряжения прикосновения и шага

$$V_{\Pi T} = \phi_P - \phi_H = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{x_3} - \frac{1}{x} \right) = \frac{I\rho}{2\pi} \frac{x - x_3}{xx_3}$$

$$V_{IJI} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left[ \frac{1}{x} - \frac{1}{x+a} \right] = \frac{I\rho}{2\pi} \cdot \frac{a}{x(x+a)}$$

#### Сопротивление заземлителя по ПУЭ

- ПУЭ: сопротивление зазем-ля 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*з < 500 A) 0,5 Ом;
- в установках U > 1000 В с изолированной нейтралью 250/Iз, 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*з, но не более 10 Ом (или 4 Ом, если это требуется для установок до 1000 В).



## Зануление

- □ 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 и к быстрому отключению поврежденного оборудования от сети.

## Защитные средства

- Основные изолирующие электрозащитные 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;

- Предписывающие: Работать здесь, "Влезать здесь;
- Указательные: Заземлено

