

# Электробезопасность



# Введение

Важнейшая проблема современной электротехники - создание безопасных электроустановок. Наиболее сложная часть этой проблемы - обеспечение безопасности электроустановок зданий.

Не смотря на многолетние усилия электротехников, от поражения электрическим током в электроустановках жилых зданий в России ежегодно погибает более 4,5 тыс. человек.

# Введение

В электроустановках жилых и общественных зданий в странах Европы (Австрия, Германия, Франция, Швеция), а также в США и Японии (эти страны обеспечивают электробезопасность согласно стандарту МЭК) число случаев поражения электрическим током постоянно уменьшается.

# Введение

Если сравнить число смертельного электротравматизма на миллион населения страны, то можно с уверенностью заявить, что самая лучшая система электробезопасности в Швеции, затем в Австрии, на третьем месте Япония, далее Германия, Франция, США.

# Введение

Таким образом, проблема обеспечения электробезопасности электроустановок зданий является не только сложной научно-технической проблемой.

Эта проблема, определяющая качество жизни всего населения страны, является социально значимой.

# Введение

ПУЭ 6-е издание:  
требуется выполнять заземление или  
зануление электроустановок:

- 1) при напряжении 380 В и выше переменного тока - во всех электроустановках;

# Введение

2) при номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока - только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

Заземление или зануление электроустановок не требуется при номинальных напряжениях до 42 В переменного тока во всех случаях, кроме взрывоопасных зон и электросварочных установок.

# Введение

ПУЭ 7-е издание:

требуется выполнять заземление или зануление электроустановок:

- 1) при номинальном напряжении более 50 В переменного тока (действующее значение) - во всех электроустановках;

# Введение

2) при номинальных напряжениях выше 25 В переменного тока (действующее значение) - только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных электроустановках.

Заземление или зануление электроустановок не требуется при номинальных напряжениях до 25 В переменного тока во всех случаях, кроме взрывоопасных зон и электро сварочных установок.

# Введение

Выводы:

Международное сообщество электротехников создало электроустановки нового поколения, отвечающие современной концепции электробезопасности.

В основе этой концепции лежат следующие положения.

Все электроустановки переменного и постоянного тока напряжением до 1 кВ и выше должны удовлетворять основному правилу электробезопасности:

# Введение

«Опасные токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для непреднамеренного прямого прикосновения к ним, а доступные прикосновению открытые проводящие части, сторонние проводящие части, заземляющие проводники и защитные проводники (РЕ-проводники), а также PEN-проводники, не должны быть опасны при прикосновении к ним как при нормальных режимах работы, так и при единственном повреждении изоляции».

# Введение

**Опасное не должно быть доступным!**

**Доступное не должно быть опасным!**

## ***Электробезопасность:***

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

## Общие вопросы ЭБ

Электробезопасность включает в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

## Общие вопросы ЭБ

Правила электробезопасности регламентируются правовыми и техническими документами, нормативно-технической базой.

Знание основ электробезопасности обязательно для персонала, обслуживающего электроустановки и электрооборудование.

Электротравма:

*травма, вызванная воздействием  
электрического тока или  
электрической дуги*

## **Симптомы электротравмы**

**Визуальными признаками электротравмы являются «знаки тока», расположенные в местах входа и выхода электрического заряда**

У пациентов с электротравмой наблюдаются:

- Затемнение сознания
- Двигательное возбуждение
- Ретроградная амнезия (отсутствуют воспоминания предшествующие электротравме)
- Головная боль
- Слабость
- Светобоязнь
- Чувство страха
- Появление патологических рефлексов
- Выраженные изменения на ЭКГ и ЭЭГ

## Характерные виды электротравм

- электрические ожоги,
- электрические знаки,
- металлизация кожи,
- электроофтальмия,
- электрический удар.

# Действие электрического тока на организм человека.



*Электрический ожог* бывает двух видов: токовый (контактный) и дуговой. Токовый ожог получается в результате контакта человека с токоведущей частью и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. Эти ожоги возникают в электроустановках относительно небольшого напряжения – не выше 1-2 кВ, в большинстве случаев они сравнительно легкие. Дуговой ожог обусловлен воздействием на тело электрической дуги, обладающей высокой температурой и большой энергией. Этот ожог возникает обычно в электроустановках напряжением выше 1000 В и, как правило, носит тяжелый характер. Электрическая дуга может вызвать обширные ожоги тела и выгорание тканей на большую глубину.

# Действие электрического тока на организм человека.

*Электрические знаки* – четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергнувшегося действию тока. Знаки имеют круглую или овальную форму с углублением в центре. Они бывают в виде царапин, небольших ран или ушибов, кровоизлияний в коже и мозолей. Иногда их форма соответствует форме токоведущей части, к которой прикоснулся пострадавший.

В большинстве случаев электрические знаки безболезненны, и их лечение заканчивается благополучно: с течением времени верхний слой кожи приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность. Знаки возникают примерно у 20% пострадавших от тока.

# Действие электрического тока на организм человека.



*Металлизация кожи* – проникновение в ее верхние слои мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может произойти при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и т. п. Пострадавший в месте поражения испытывает напряжение кожи от присутствия в ней инородного тела и боль от ожога за счет теплоты занесенного в кожу металла. С течением времени больная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид и болезненные ощущения исчезают. При поражении глаз лечение может оказаться длительным и сложным.

**Электрическая офтальмия возникает в результате интенсивного облучения глаза светом, богатым ультрафиолетовыми лучами .**

**В случаях электрической офтальмии, спустя 6—8 часов после ожога глаз наблюдается резкое раздражение конъюнктивы, сопровождающееся острыми болями и слезотечением.**

*Электрический удар* – возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающимся сокращением мышц. Исход воздействия тока на организм при этом может быть различным – от легкого, едва ощутимого судорожного сокращения мышц пальцев руки до прекращения работы сердца или легких, т.е. до смертельного поражения.

## Классификация электрических ударов (условная)

- ❖ I степень: пострадавший в сознании, наблюдаются кратковременные судорожные сокращения мышц
- ❖ II степень: потеря сознания, судорожное сокращение мышц, функции сердца и дыхательной системы сохранены
- ❖ III степень: потеря сознания, нарушение либо сердечной деятельности, либо дыхания (либо того и другого вместе).
- ❖ IV степень: клиническая смерть.

*Клиническая (мнимая) смерть* – переходный период от жизни к смерти, наступающий с момента прекращения деятельности сердца и легких.

# Действие электрического тока на организм человека.



Человек, находящийся в состоянии клинической смерти, не дышит, его сердце не работает, болевые раздражения не вызывают ни каких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период все ткани организма продолжают слабые обменные процессы, необходимые для поддержания минимальной жизнедеятельности. Длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток головного мозга, в большинстве случаев она составляет 4 - 5 минут.

# Действие электрического тока на организм человека.



В состоянии клинической смерти путем воздействия на органы дыхания и кровообращения возможно восстановление угасающих или только что угасших функций, т.е. оживление умирающего организма.

Затем наступает биологическая смерть – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур.

Действие электрического тока на организм человека носит сложный и разносторонний характер. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое и биологическое воздействие.

- *Термическое действие* тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, а также в нагреве до высоких температур других органов.
- *Электролитическое действие* тока выражается в разложении органических жидкостей, вызывающее значительные нарушения их физико-химического состава.
- *Биологическое действие* тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма.

# Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.



## Основной фактор - электрический ток

- Величина тока
- Род и частота
- Длительность воздействия
- Путь

## Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.

| Симптомы                                       | Переменный ток<br>50 Гц | Постоянный ток |
|--|-------------------------|----------------|
| Не ощущается                                   | 0,50 – 0,75 мА          | 1 – 1,25 мА    |
| Лёгкое пощипывание                             | 1,1 мА                  | 6 мА           |
| Болезненные ощущения в кисти руки              | 3 – 5 мА                | 6 – 10 мА      |
| Резкое усиление боли, боль охватывает всю руку | 8 – 10 мА               | 10 – 25 мА     |

## Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.

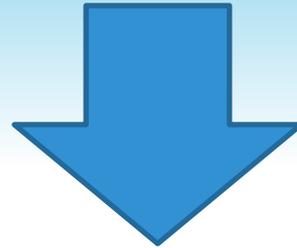
| Симптомы  | Переменный ток<br>50 Гц | Постоянный ток |
|---|-------------------------|----------------|
| Судороги мышц рук. Руки трудно оторвать от электродов                           | 11 – 15 мА              | 25 – 50 мА     |
| Сильные боли. Затруднённое дыхание. Затруднение работы сердца                   | 15 – 25 мА              | 50 – 80 мА     |
| Паралич дыхания. Начало трепетания желудочков сердца                            | 50 – 70 мА              | 200 – 300 мА   |
| Паралич дыхания. При длительном воздействии (более 3 секунд) фибрилляция сердца | 70 – 380 мА             | 300 – 1600 мА  |

## Характеристика наиболее распространённых путей тока в теле человека

| Путь тока          | Частота возникновения, % | Доля потерявших сознание, % |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Рука - рука        | 40                       | 83                          |
| Правая рука - ноги | 20                       | 87                          |
| Левая рука - ноги  | 17                       | 80                          |
| Нога - нога        | 6                        | 15                          |
| Голова - ноги      | 5                        | 88                          |
| Голова - руки      | 4                        | 92                          |
| Прочие             | 8                        | 65                          |

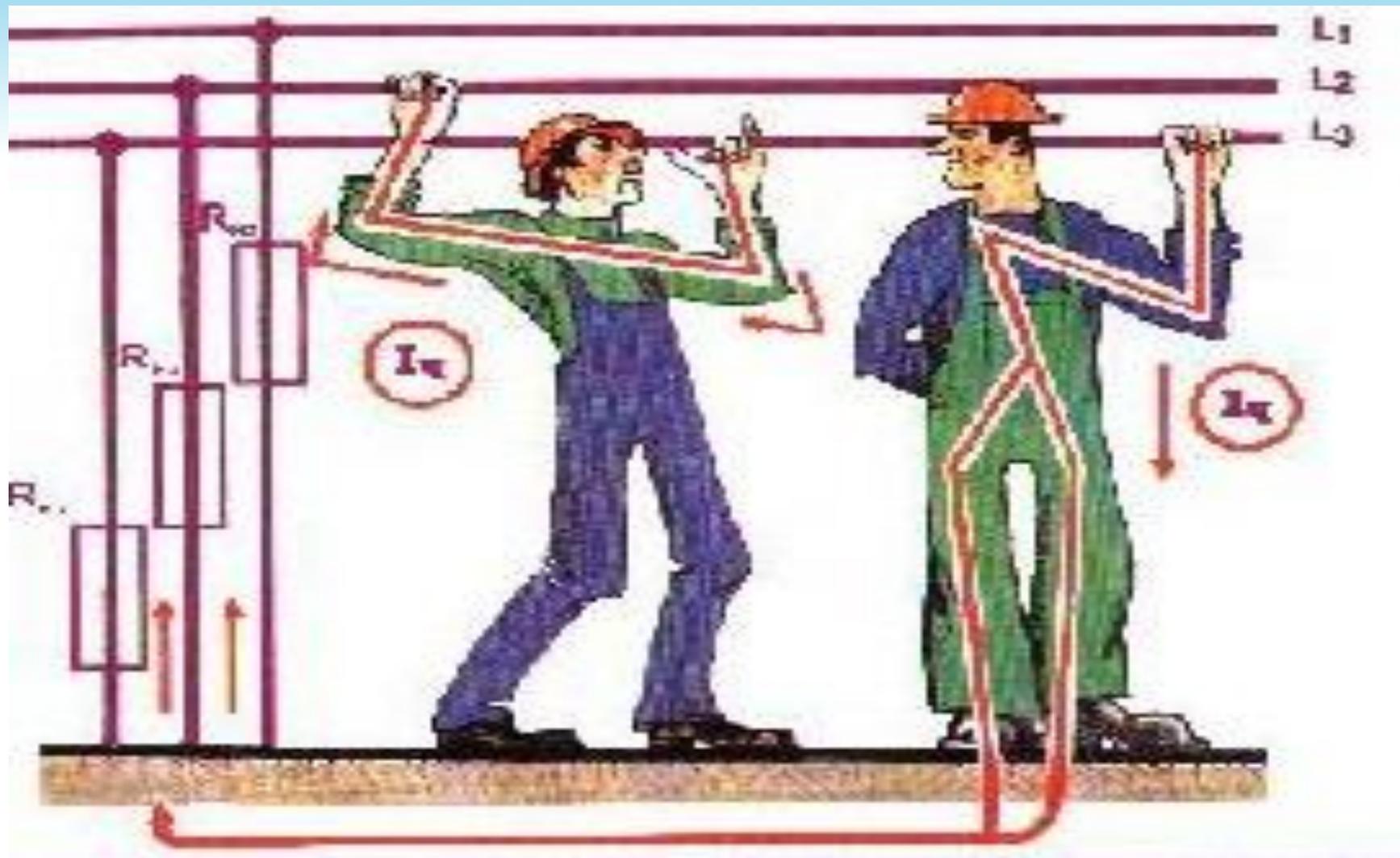
**Напряжение**

# Прямое прикосновение



это электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

# Прямое прикосновение

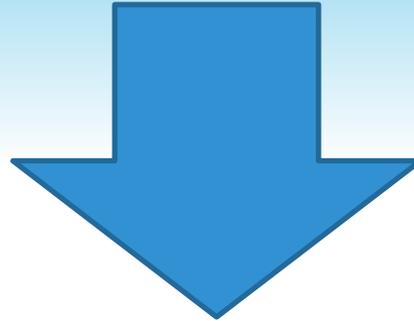


# Прямое прикосновение

$$U_{\phi} = 220 \text{ В}$$

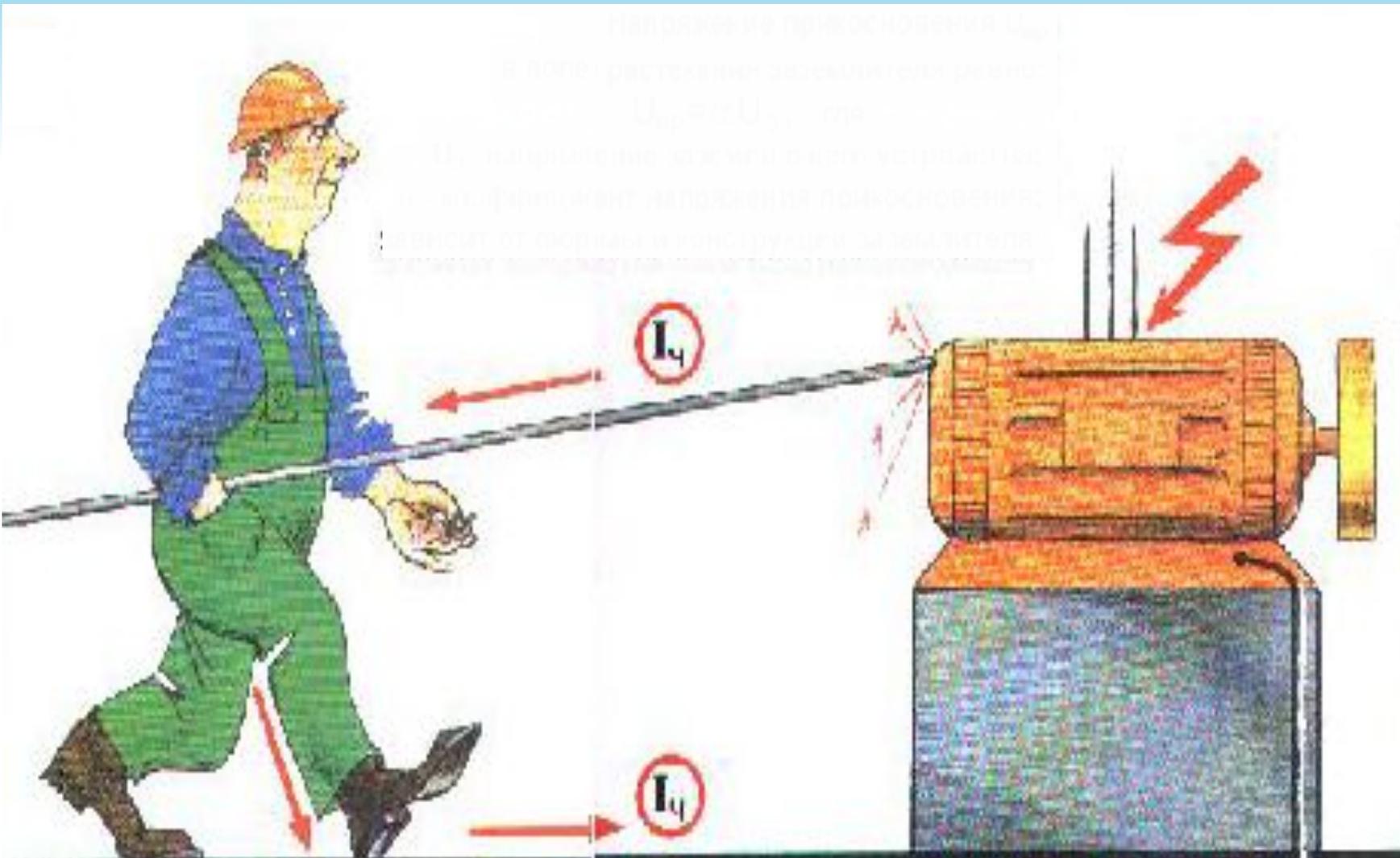
$$U_{\text{лин}} = \sqrt{3} \times 220 = 380 \text{ В}$$

# Косвенное прикосновение



это электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

# Косвенное прикосновения

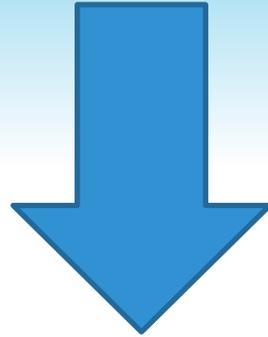


# ГОСТ 12.1.038-82\*

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки

| Род тока   | U, В | I мА |
|------------|------|------|
| ~ 50 Гц    | 2    | 0,3  |
| ~ 400 Гц   | 3    | 0,4  |
| постоянный | 8    | 1,0  |

# Напряжение шага



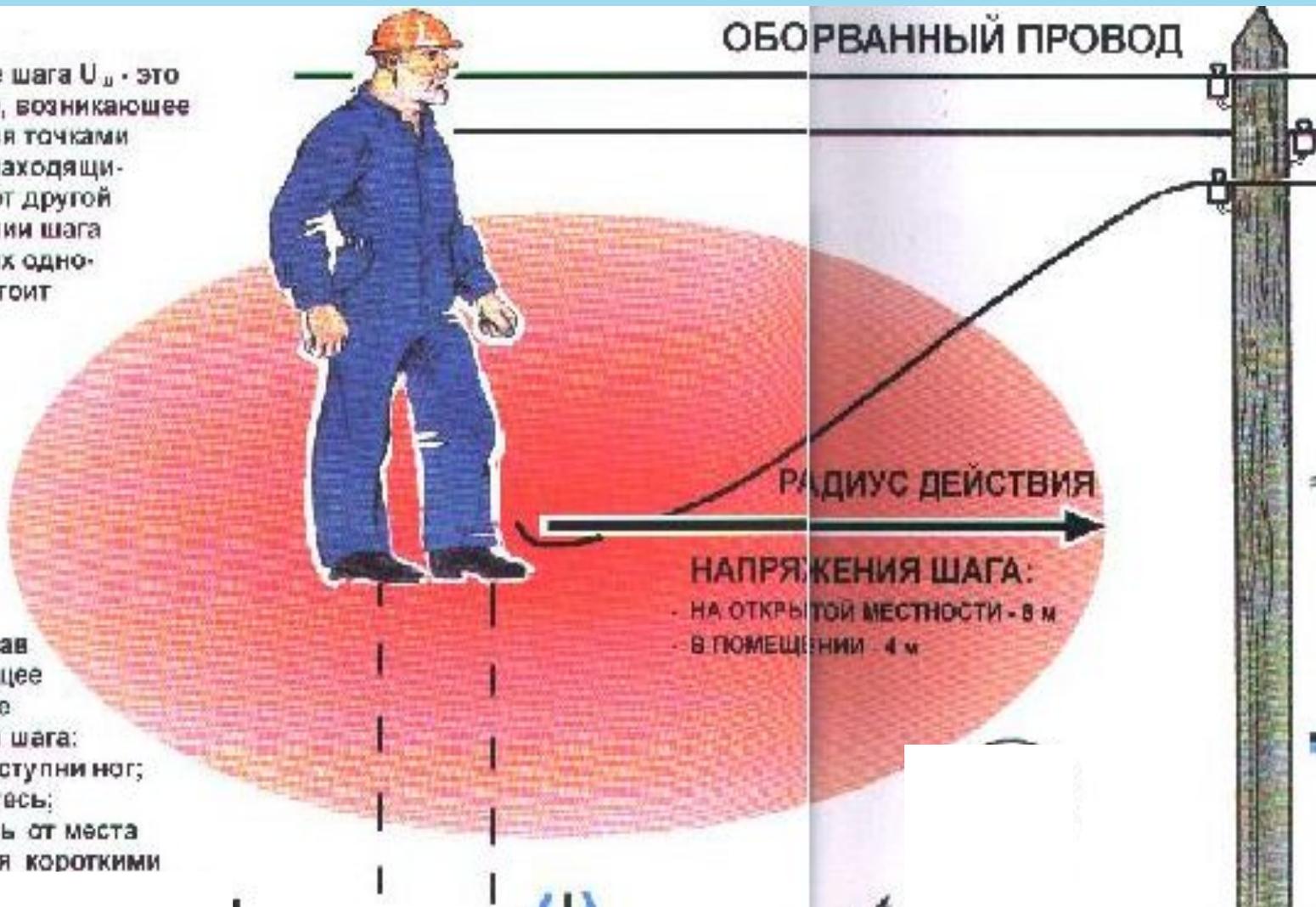
это напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека.

# Напряжение шага

Напряжение шага  $U_{\text{ш}}$  - это напряжение, возникающее между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага и на которых одновременно стоит человек

Почувствовав раздражающее воздействие напряжения шага:

- сомкните ступни ног;
- развернитесь;
- двигайтесь от места замыкания короткими шагами.



# Напряжение шага

Радиус действия напряжения шага

- ❖ на открытой местности - 8 метров
- ❖ в помещении - 4 метра

# Напряжение шага

Почувствовав раздражающее воздействие напряжения шага,

- ❖ сомкните ступни ног;
- ❖ развернитесь;
- ❖ двигайтесь от места замыкания короткими шагами

Сопротивление  
человека

Расчетное сопротивление  
человека

1000 Ом

# Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

LOGO

## Факторы, влияющие на сопротивление человека

**Время:**  
За 30 сек  
сопротивление  
человека  
уменьшается на  
30%  
За 90 сек - на  
70%

**Окружающая среда:**  
влажность,  
температура,  
запыленность  
окружающего  
воздуха,  
токопроводящие  
попы и др.

**Состояние человека:**  
состояние опьянения, состояние  
нервного возбуждения, состояние  
кожи (микротравмы, загрязнение,  
увлажнение)

Тяжесть исхода поражения электрическим  
током во многом зависит  
**от квалификации персонала.**

Человек, обладающий достаточными знаниями  
и навыками в обслуживании  
электроустановок, очутившись в опасной  
ситуации, способен быстро  
проанализировать обстановку и принять  
действенные меры для освобождения себя  
или других попавших под напряжение.

При повреждении электрическим током необходимо как можно скорее освободить пострадавшего от действия электрического тока, так как от продолжительности этого действия зависит тяжесть электротравмы.



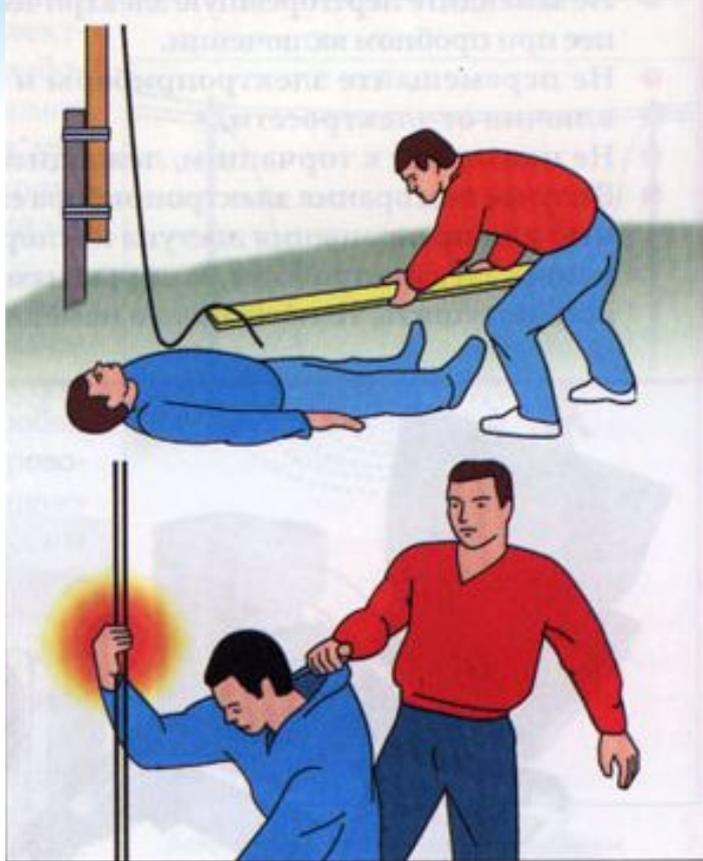
Поэтому первым действием оказывающего помощь должно быть немедленное отключение той части электроустановки, которой касается пострадавший. Отключение производится с помощью выключателей, рубильника или другого отключающего аппарата.

Если пострадавший находится на высоте, то отключение установки и тем самым освобождение от тока может вызвать его падение. В этом случае необходимо принять меры, предупреждающие падение пострадавшего или обеспечивающие его безопасность.

При отключении электроустановки может одновременно погаснуть электрический свет. В связи с этим при отсутствии дневного освещения необходимо позаботиться об освещении от другого источника (включить аварийное освещение, аккумуляторные фонари и т.п.) с учетом взрывоопасности и пожароопасности помещения, не задерживая отключения электроустановки и оказания помощи пострадавшему.

Если отключить электроустановку достаточно быстро нельзя, необходимо принять иные меры к освобождению пострадавшего от действия электрического тока. Во всех случаях оказывающий помощь не должен прикасаться к пострадавшему без надлежащих мер предосторожности, так как это опасно для жизни. Он должен следить и за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью и под напряжением шага.

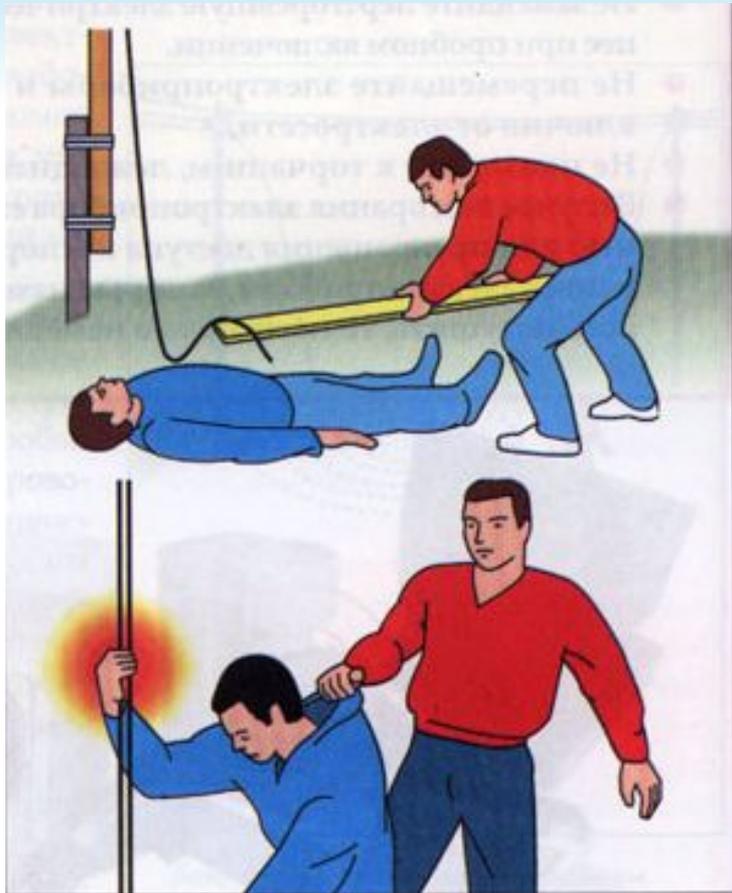
# Правила освобождения от действия электрического тока



Для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода напряжением до 1000 В следует воспользоваться канатом, палкой, доской или каким – либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток.

# Правила освобождения от действия электрического тока

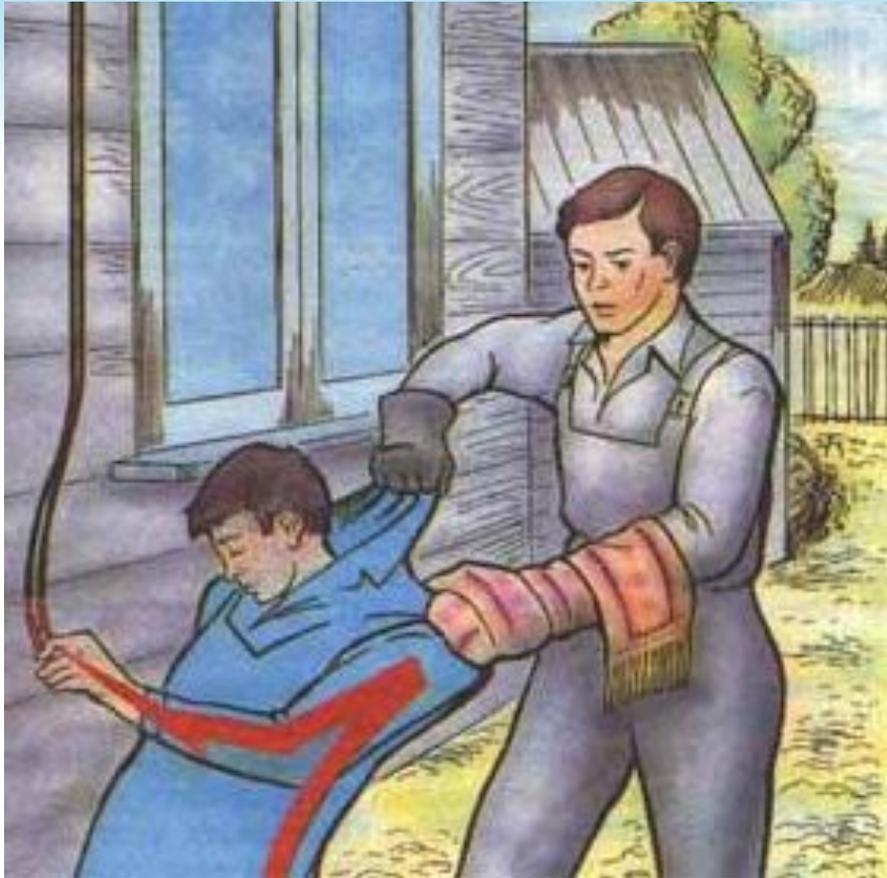
LOGO



Можно также оттянуть его за одежду (если она сухая и отстает от тела), например за полы пиджака или за воротник, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела пострадавшего, не прикрытым одеждой. Оттаскивая пострадавшего за ноги, оказывающий помощь не должен касаться обуви или одежды без хорошей изоляции своих рук, так как обувь и одежда могут быть сырыми и являться проводниками электрического тока.

# Правила освобождения от действия электрического тока

LOGO



Для изоляции рук оказывающий помощь, особенно если ему необходимо коснуться тела пострадавшего, не прикрытого одеждой, можно обмотать руку шарфом, натянуть на руку рукав пиджака или пальто. Можно также изолировать себя, встав на резиновый коврик, сухую доску или какую - либо не проводящую электрический ток подстилку, сверток одежды и т. п.

# Правила освобождения от действия электрического тока



При отделении пострадавшего от токоведущих частей рекомендуется действовать одной рукой, держа вторую в кармане или за спиной

# Правила освобождения от действия электрического тока



- При напряжении свыше 1000 В следует
- надеть диэлектрические перчатки и боты;
  - взять изолирующую штангу;
  - сбросить изолирующей штангой провод с пострадавшего;
  - оттащить пострадавшего за одежду не менее чем на 8 метров от места касания проводом земли или от оборудования.

# Правила освобождения от действия электрического тока

LOGO



Нельзя тратить  
время на оказание  
помощи на высоте!  
Главная задача, как  
можно быстрее  
спустить  
пострадавшего с  
высоты, чтобы оказать  
помощь в более  
удобных и  
безопасных условиях.

После освобождения от действия  
электрического тока следует  
**НЕМЕДЛЕННО** начать оказывать  
первую помощь!

**Спасибо**

