

ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Электробезопасность

Учебные вопросы:

1. Основные понятия
2. Действие электрического тока на организм человека
3. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током
4. Условия поражения электрическим током
5. Основные причины поражения электрическим током
Шаговое напряжение
6. Технические способы и средства защиты
7. Средства защиты, используемые в электроустановках

Литература:

1. Бурый А.З. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие СПб ГК, 1997, ч. I.
2. Русак О.Н. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. Лань. 2000, Раздел II, §7.4.
3. Белов А.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для Вузов. Высшая школа. 1999, Раздел 1, §3.2.5, Раздел 2, §§5.5-5.6
4. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. Ростов на Дону. 2000, Тема №1, §1.3.8.

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.

Организационные
мероприятия
включают:

```
graph TD; A([Организационные мероприятия включают:]); A --> B([обучение безопасным методам проведения работ]); A --> C([контроль знаний и соблюдение техники безопасности при выполнении работ]); A --> D([медицинский контроль]);
```

обучение
безопасным
методам
проведения работ

контроль знаний и
соблюдение техники
безопасности при
выполнении работ

медицинский
контроль

Технические способы и средства защиты, применяемые для обеспечения электробезопасности:

защита от случайного прикосновения к токоведущим частям

понижение напряжения на металлических нетоковедущих частях электроустановок при его случайном появлении из-за нарушения изоляции или другим причинам

Электрическим током называется

упорядоченное движение электрических зарядов.

Упорядоченное движение свободных электрических зарядов, происходящее в проводнике, **называется током проводимости.**

Токами проводимости являются: электрический ток в металлах, созданный упорядоченным движением свободных электронов, ток в электролитах, осуществляемый упорядоченным движением ионов, ток в газах, где упорядоченно движутся ионы и электроны.

Сила тока - количество электричества, проходящее через поперечное сечение проводника за бесконечно малый промежуток времени, т.е:

$$I = dq/dt \quad \text{где:}$$

I - сила тока, А,

dq - количество электричества, проходящее через поперечное сечение проводника,

dt – бесконечно малый промежуток времени.

Если за любые равные промежутки времени через поперечное сечение проводника проходят одинаковые заряды, **ток называют постоянным** (по величине и по направлению) и обозначают буквой I . За единицу тока в системе СИ принят ампер (А).

Переменным называется такой ток, сила или направление которого (или то и другое) изменяются во времени.

Ток, проходящий через тело человека (I_h , А), условно определяют по закону Ома:

$$I_h = U_{\text{пр.}} / R_h,$$

где: I_h – ток, проходящий через тело человека,
 $U_{\text{пр}}$ - напряжение прикосновения,
 R_h - сопротивление тела человека.

Электрической дугой называют длительный самостоятельный электрический разряд в газах, поддерживающийся за счет термоэлектронной эмиссии с отрицательно заряженного электрода – катода.

Поражение электрическим током организма человека носит название **электротравмы**.

Действие электрического тока на организм человека

Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает:

- термическое,
- электролитическое,
- биологическое действия.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока, вызывая в них значительные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других органических жидкостей организма и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава.

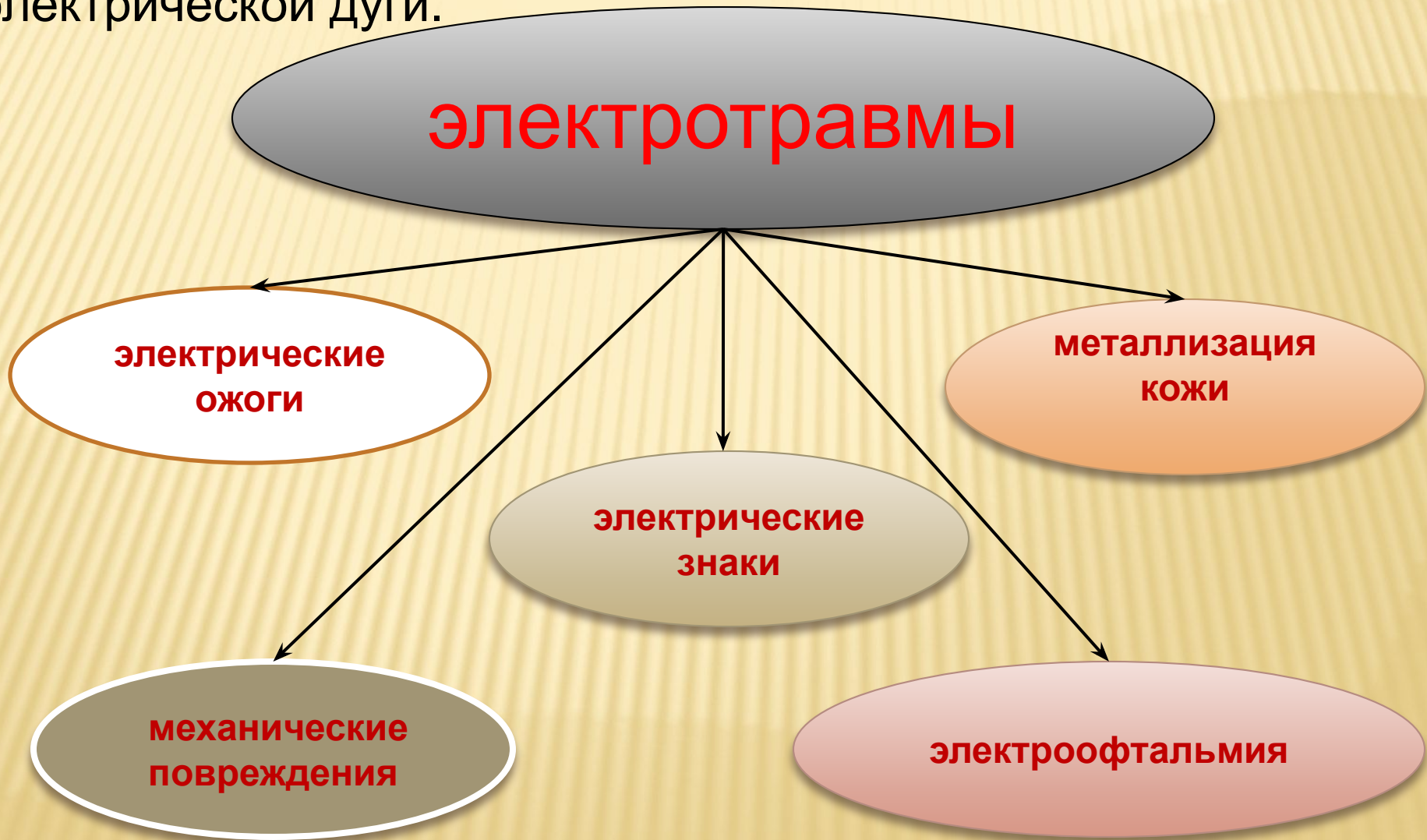
Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе легких и сердца.

Это многообразие действий электрического тока может привести к двум видам поражения:

электрическим травмам,

электрическим ударам.

Электрические травмы представляют собой четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги.



Электрический ожог – самая распространенная электротравма. Ожоги бывают двух видов: токовый (или контактный) и дуговой.

Токовый ожог обусловлен прохождением тока через тело человека в результате контакта с токоведущей частью и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую.

Различают четыре степени ожогов: I - покраснение кожи; II - образование пузырей; III - омертвление всей толщи кожи; IV - обугливание тканей. Тяжесть поражения организма обуславливается не степенью ожога, а площадью обожженной поверхности тела.

Токовые ожоги возникают при напряжениях не выше 1-2кВ и являются в большинстве случаев ожогами I и II степени; иногда бывают и тяжелые ожоги.

Дуговой ожог. При более высоких напряжениях между токоведущей частью и телом человека образуется электрическая дуга (температура дуги выше 3500 °С), которая и причиняет дуговой ожог. Дуговые ожоги, как правило, тяжелые – III или IV степени.

Электрические знаки – четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергшейся действию тока. Знаки бывают в виде царапин, ран, порезов или ушибов, бородавок, кровоизлияний в кожу и мозолей. В большинстве случаев электрические знаки безболезненны и лечение их заканчивается благополучно.

Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может происходить при коротких замыканиях, отключеньях рубильников под нагрузкой и т.п. Металлизация сопровождается ожогом кожи, вызываемым нагретым металлом.

Электроофтальмия – поражение глаз, вызванное интенсивным излучением электрической дуги, спектр которой содержит вредные для глаз ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Кроме того, возможно попадание в глаза брызг расплавленного металла. Защита от электроофтальмии достигается ношением очков, которые не пропускают ультрафиолетовых лучей и обеспечивают защиту глаз от брызг расплавленного металла.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными сокращениями мышц.

В зависимости от исхода воздействия тока на организм электрические удары условно делят на следующие четыре степени:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц, потеря сознания, сохранение дыхания и работы сердца;

III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

IV – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Электрический шок – тяжелая своеобразная нервно-рефлекторная реакция организма на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.п.

Шоковое состояние длится от нескольких десятков минут до суток. После этого может наступить полное выздоровление как результат своевременного врачебного вмешательства или гибель организма из-за полного угасания жизненно важных функций.

Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током

электрическое сопротивление тела человека

продолжительность воздействия электрического тока

род и частота электрического тока

условия внешней среды и другие факторов

пути тока через тело человека

уровень приложенного к человеку напряжения

Электрическое сопротивление тела человека

Тело человека является проводником электрического тока, неоднородным по электрическому сопротивлению.

Наибольшее сопротивление электрическому току оказывает кожа, поэтому сопротивление тела человека определяется главным образом сопротивлением кожи.

Роговой слой в сухом незагрязненном состоянии можно рассматривать как диэлектрик: его объемное удельное сопротивление достигает $10^5 - 10^6$ Ом·м, что в тысячи раз превышает сопротивление других слоев кожи

Сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже (измеренное при напряжении 15-20 В) колеблется от 3 до 100 кОм и более, а сопротивление внутренних слоев тела составляет всего 300-500 Ом.

В качестве расчетной величины при переменном токе промышленной частоты применяют сопротивление тела человека, равное **1000 Ом**.

Сила тока. Основным фактором, обуславливающим исход поражения электрическим током, является сила тока, проходящего через тело человека

Ощутимый ток – электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения:
переменный ток **0,6-1,5 мА** , постоянный – силой **5-7 мА**.

Неотпускающий ток – электрический ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник.
Переменный ток **10-15 мА**, постоянный – **50-60 мА**.

Фибрилляционный ток – электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца:
переменный ток **100 мА**, постоянный **300 мА** длительностью 1-2 с.

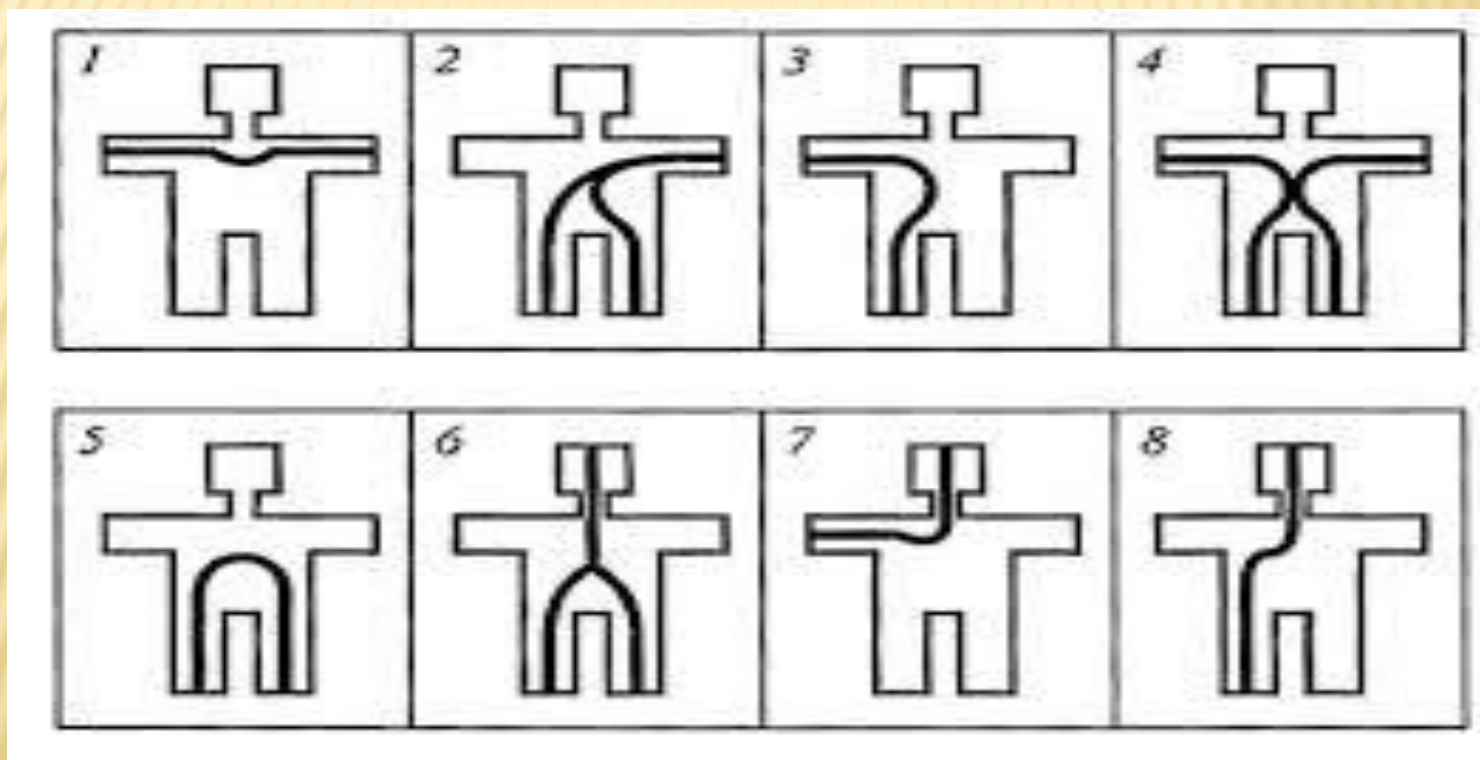
Петли тока: рука – рука, рука – ноги.

Продолжительность воздействия электрического тока.

Опасность поражения током вследствие фибрилляции сердца зависит от того, с какой фазой сердечного цикла совпадает время прохождения тока через область сердца. Если длительность прохождения тока равна или превышает время кардиоцикла (0,75-1с), то ток «встречается» со всеми фазами работы сердца (в том числе наиболее уязвимой), что весьма опасно для организма. Если же время воздействия тока меньше продолжительности кардиоцикла на 0,5 с или более, то вероятность совпадения момента прохождения тока с наиболее уязвимой фазой работы сердца, а, следовательно, и опасность поражения резко уменьшаются. Указанное обстоятельство используется в быстродействующих устройствах защитного отключения, где время срабатывания **менее 0,2 с.**

Путь тока через тело человека.

Возможных путей тока в теле человека, которые также называются петлями тока, достаточно много. Наиболее часто встречающиеся петли тока: рука-рука, рука-ноги, нога-нога. Наиболее опасны петли голова-руки и голова-ноги.



Условия внешней среды.

№ п/п	Класс опасности	Условия внешней среды
1	Помещения без повышенной опасности	Характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.
2	Помещения с повышенной опасностью	одного из следующих условий: а) сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %); б) высокой температуры (выше +35 °С); в) токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и др.); д) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

3	Особо опасные помещения	<p>одного из следующих условий</p> <ul style="list-style-type: none">а) особой сырости (относительная влажность воздуха близка к 100 %: потолок, пол и стены, предметы в помещении покрыты влагой;б) химически активной или органической среды (разрушающей изоляцию и токоведущие части электроустановок);в) одновременно двух или более условий повышенной опасности. <p>К таким помещениям относятся и участки работ на земле под открытым небом или под навесом.</p>
---	--------------------------------	---

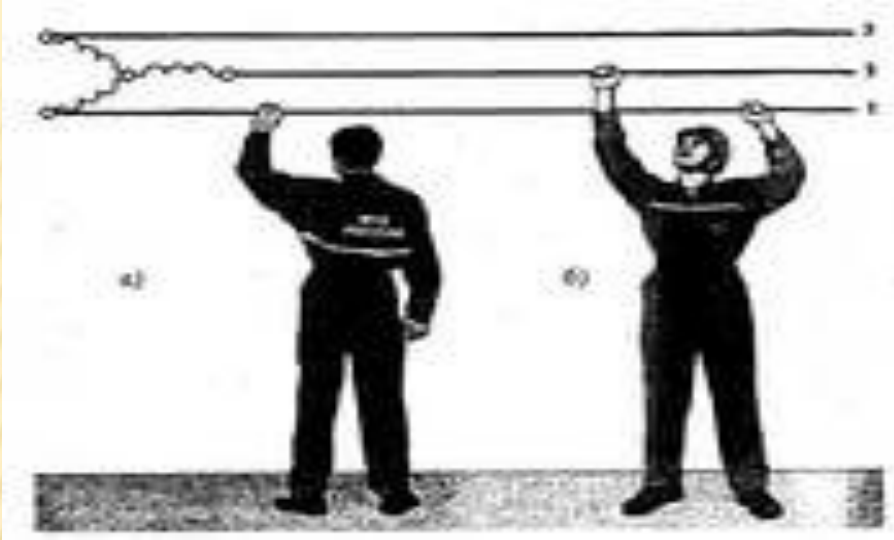
Условия поражения электрическим током

Напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, **называется напряжением прикосновения.**

Ситуационный анализ поражения электрическим током

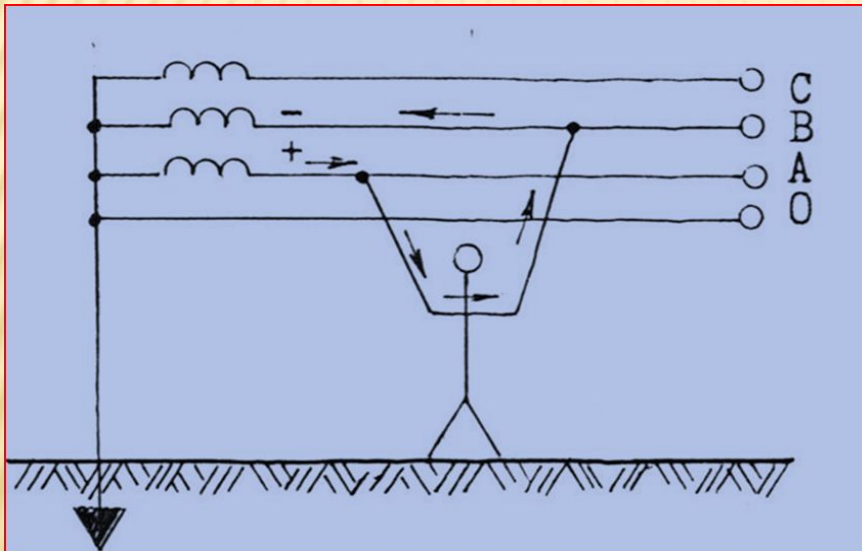
Наиболее типичны два случая замыкания цепи тока через тело человека: когда человек касается одновременно двух проводов и когда он касается лишь одного провода.

Применительно к сетям переменного тока первую схему обычно **называют двухфазным прикосновением, а вторую – однофазным.**



Двухфазное прикосновение

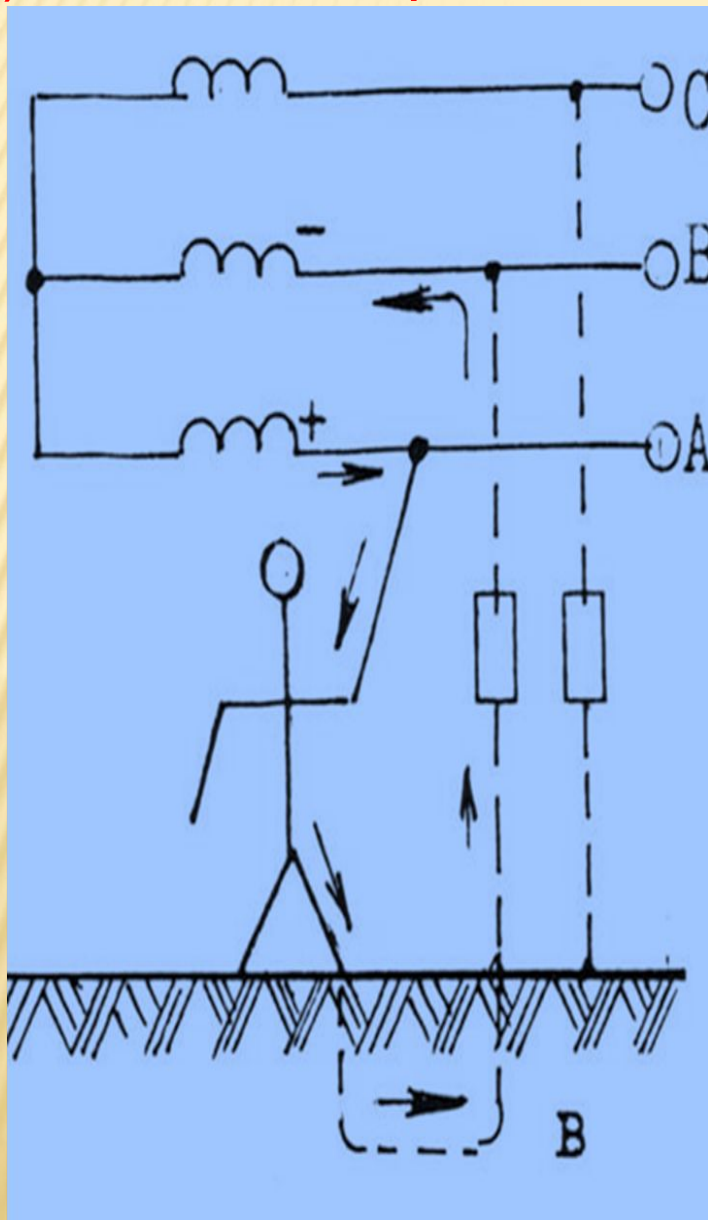
$$I_h = U_{\text{л}} / R_h = \sqrt{3} U_{\text{ф}} / R_h,$$



$$I_{h.} = 1,73 \cdot 220 / 1000 = 380 / 1000 = 0,38 \text{ A} \quad (380 \text{ mA})$$

Однофазное прикосновение

а) сеть с изолированной нейтралью



$$I_h = U_{\phi} / (R_h + R_{oc} + R_{об} + R_{из} / 3)$$

При подстановке численных значений:

$$R_h = 1 \text{ кОм},$$

$$R_{oc} = 30 \text{ кОм},$$

$$R_{об} = 20 \text{ кОм и}$$

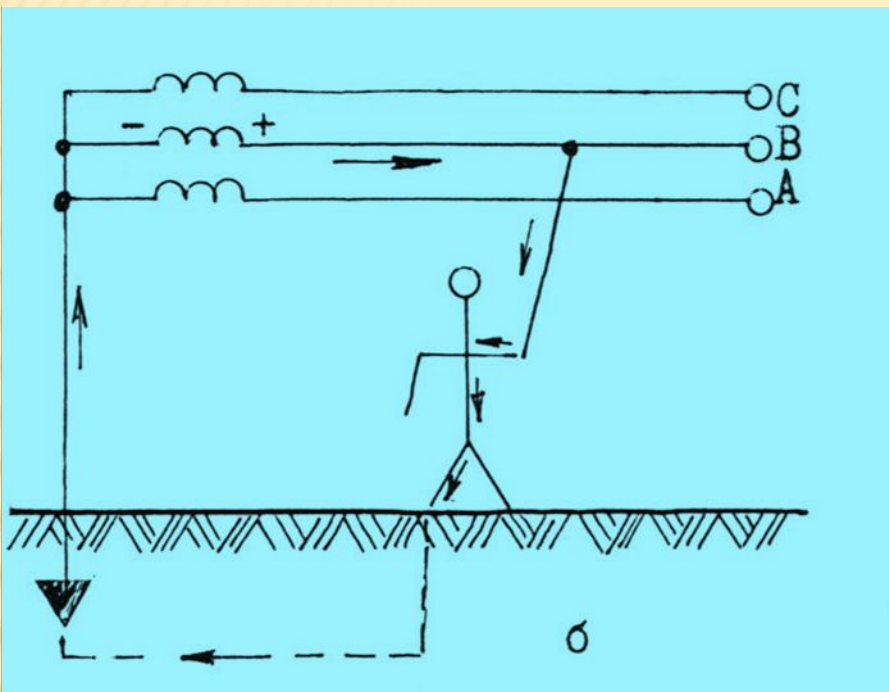
$$R_{из} = 150 \text{ кОм}$$

$$I_h = 220 / (1000 + 30\,000 + 20\,000 + 150\,000/3) \approx 2,2 \text{ мА}$$

при условиях: $R_{oc} = R_{об} = 0$

$$I_h = 220 / (1000 + 150\,000 / 3) = 4,4 \text{ мА}$$

Сеть с заземленной нейтралью



$$I_h = U_{\phi} / (R_h + R_{oc} + R_{об} + R_o)$$

$$R_{oc} = 0; R_{об} = 0$$

$$I_{h.} = U_{\phi} / R_h = 220 / 1000 = 0,22 \text{ A} = 220 \text{ mA}$$

если $R_{oc} = 30 \text{ кОм}$ и $R_{об} = 20 \text{ кОм}$,

$$I_h = 220 / 1000 + 30 \text{ 000} + 20 \text{ 000} = 4,4 \text{ mA}$$

Основные причины поражения электрическим током:

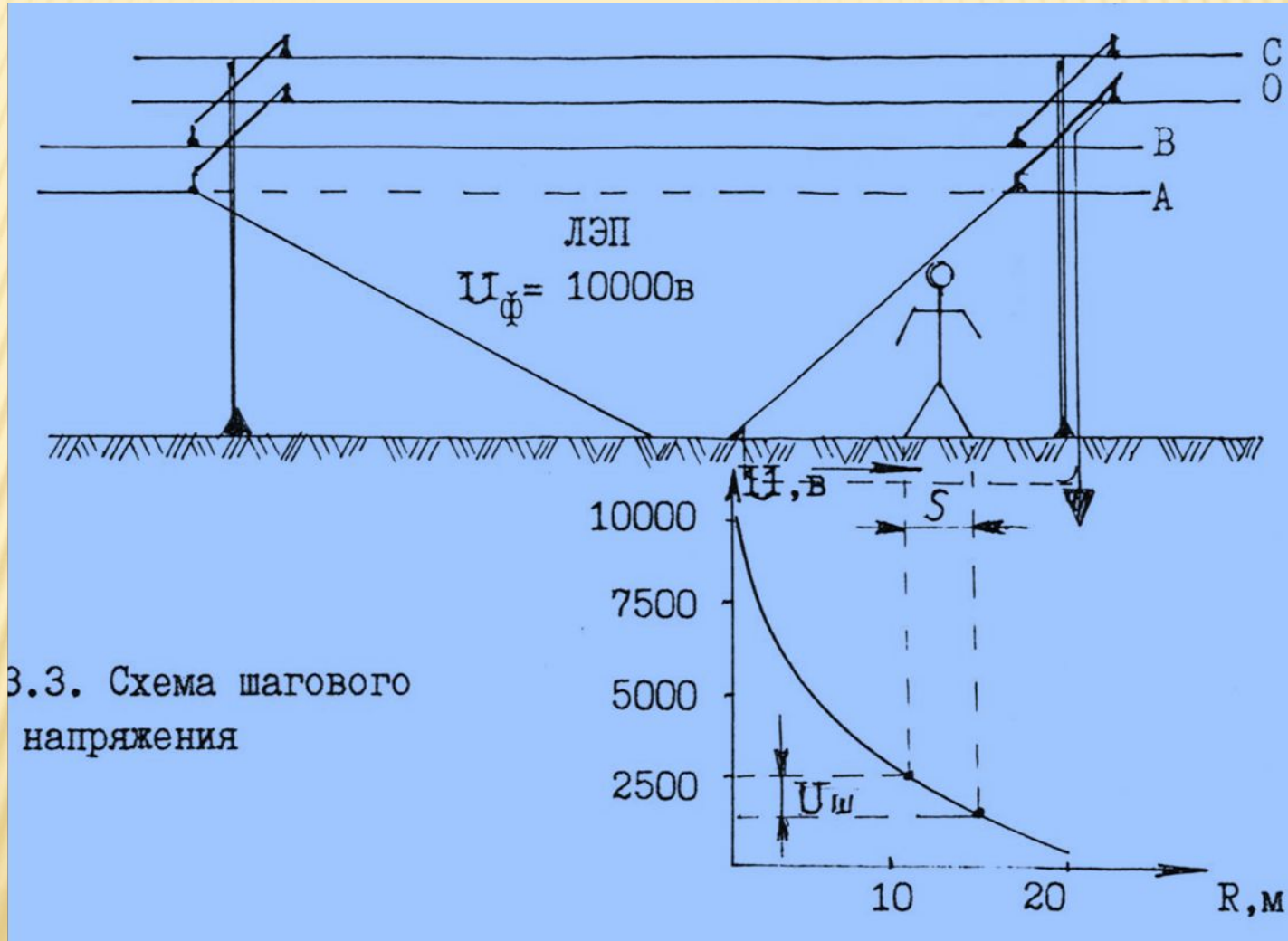
случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате: ошибочных действий при проведении работ; неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей и др.

появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования в результате: повреждения изоляции токоведущих частей; замыкания фазы сети на землю; падения провода (находящегося под напряжением) на конструктивные части электрооборудования и др.

появления напряжения на отключенных токоведущих частях в результате: ошибочного включения отключенной установки; замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями: разряда молнии в электроустановку и др.

возникновения напряжения шага на участке земли, где находится человек, в результате замыкания фазы на землю; выноса потенциала протяженным токопроводящим предметом (трубопроводом, железнодорожными рельсами); неисправностей в устройстве защитного заземления и др.

Напряжением шага называется напряжение между точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю при одновременном касании их ногами человека.



Технические способы и средства защиты

Для обеспечения электробезопасности применяют отдельно или в сочетании один с другим следующие технические способы и средства защиты:

- *недоступность токоведущих частей, находящихся под напряжением,*
- *электрическое разделение сети,*
- *малые напряжения,*
- *двойная изоляция,*
- *выравнивание потенциалов,*
- *защитное заземление,*
- *защитное зануление,*
- *защитное отключение и др.*

Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена рядом способов: изоляцией токоведущих частей, ограждением, различными блокировками, размещением токоведущих частей на недоступном расстоянии.

Изоляция является основным способом электробезопасности в сетях до 1000В, так как применение изолированных проводов обеспечивает достаточную защиту от напряжения при прикосновении к ним.

В соответствии с Правилами сопротивление изоляции каждой фазы относительно земли и между каждой парой фаз на каждом участке между двумя последовательно установленными аппаратами защиты (предохранителями, автоматами и др.) должно быть не ниже **0,5 МОм**.

Ограждения в виде корпусов, кожухов, оболочек используются в электрических машинах, аппаратах, приборах. Сплошные ограждения являются обязательными для электроустановок, расположенных в местах, где пребывает не электротехнический персонал (уборщицы и др.). Сетчатые ограждения с размером ячеек (25 x 25) мм. применяются в установках напряжением как до, так и выше 1000 В. В закрытых помещениях их высота должна быть не менее 1,7 м., а в открытых - не менее 2,0 м., чтобы исключить или сильно затруднить доступ к электроустановкам случайных либо нетрезвых лиц. Сетчатые ограждения имеют двери, запирающиеся на замок.

Механические блокировки находят применение в электрических аппаратах – рубильниках, пускателях, автоматических выключателях и др., работающих в условиях, в которых предъявляются повышенные требования безопасности (судовые, подземные и тому подобные электроустановки).

Электрические блокировки осуществляют разрыв цепи специальными контактами, которые устанавливаются на дверях ограждений, крышках и дверцах кожухов. При дистанционном управлении электроустановкой блокировочные контакты включаются в цепь управления пускового аппарата, а не в силовую цепь электроустановки. В радиоаппаратуре применяются блочные схемы со штепсельными соединениями, которые автоматически разрывают цепь.

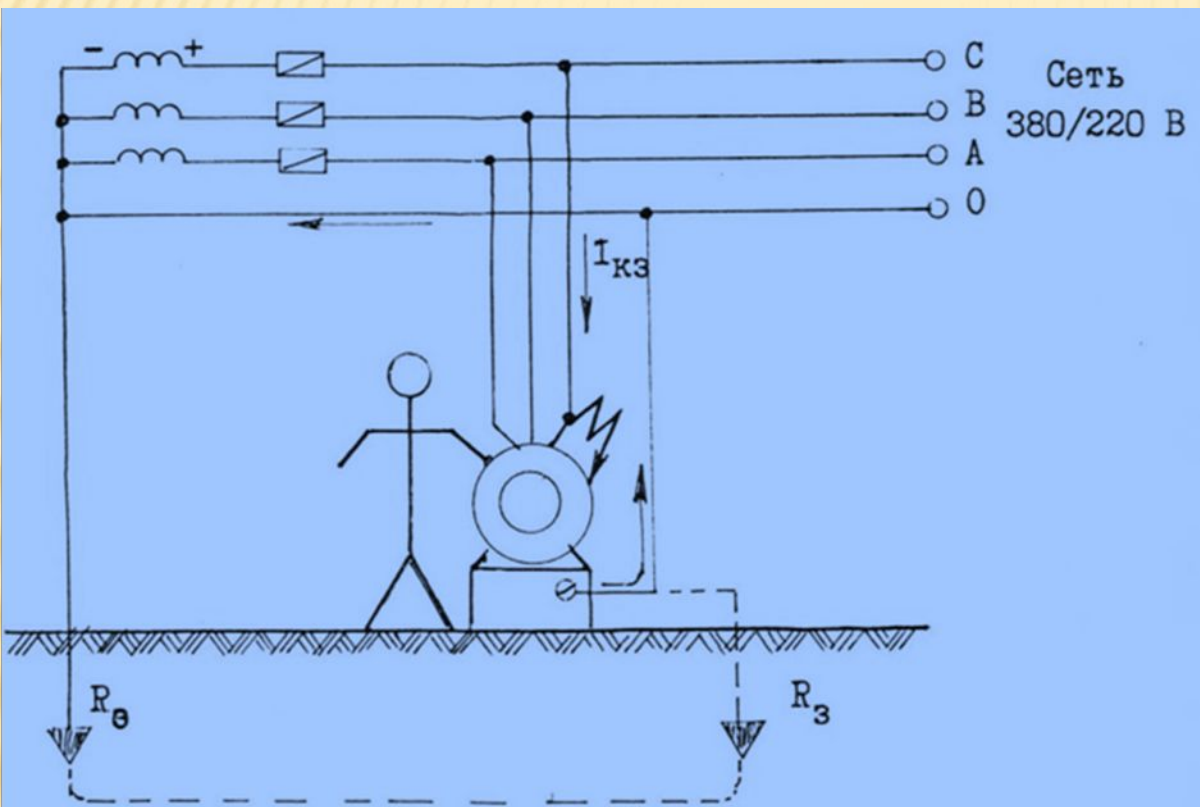
Расположение токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте позволяет обеспечить безопасность без ограждений. При этом учитывается возможность случайного прикосновения к токоведущим частям посредством длинных предметов, которые человек может держать в руках. Поэтому вне помещений неизолированные провода при напряжении до 1000 В должны быть расположены на высоте не менее 6 м., а внутри помещений – не ниже 3, 5 м.

Электрическое разделение сетей – это разделение электрической сети на отдельные электрически несвязанные между собой участки с помощью разделительных трансформаторов
Эта мера защиты применяется в разветвленной электрической сети, которая имеет значительную емкость и соответственно небольшое сопротивление изоляции относительно земли.

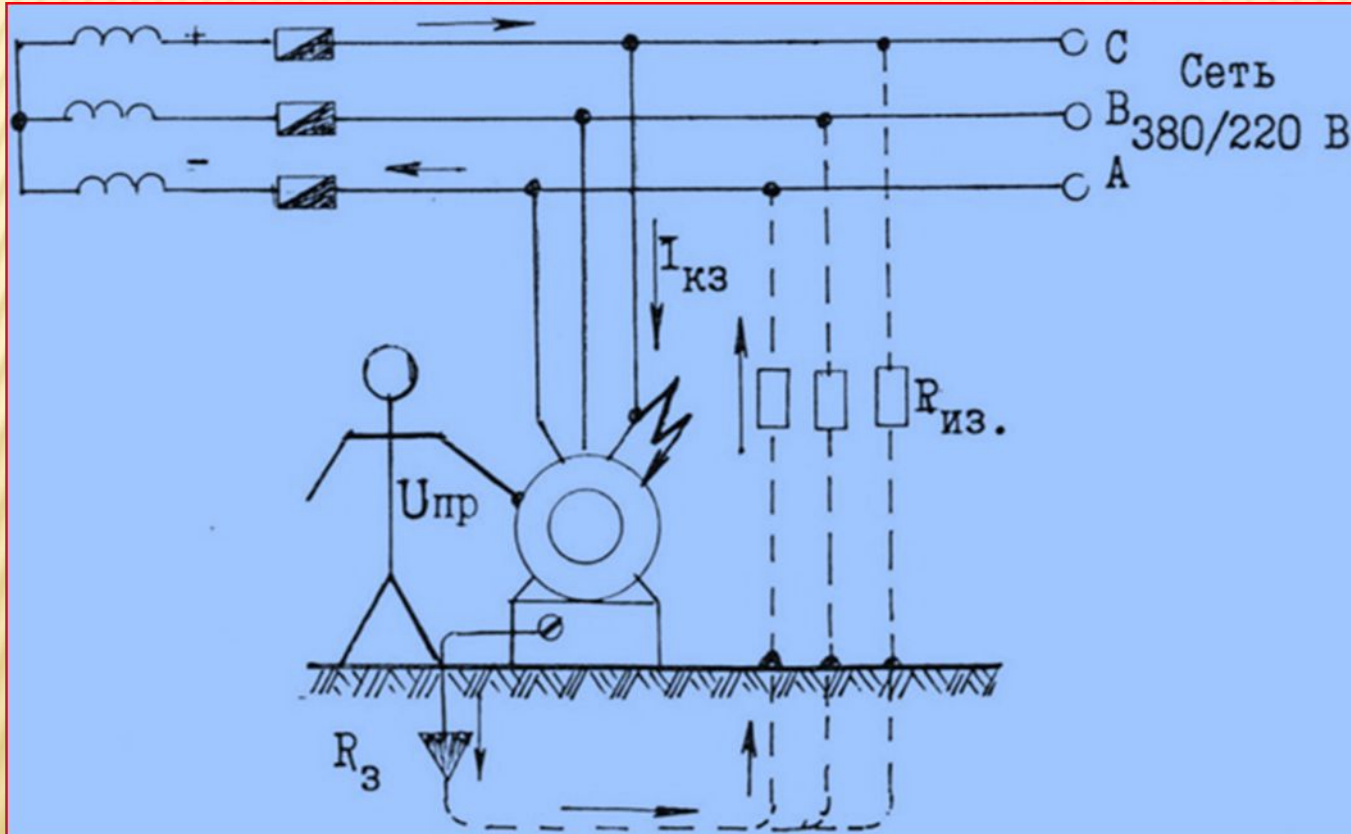
Малое напряжение – это номинальное напряжение не более 42В., применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током.

Двойная изоляция – надежное средство защиты человека от поражения электрическим током. Состоит из основной и дополнительной. Основная (рабочая) электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки обеспечивает нормальную её работу и защиту от поражения электрическим током, а дополнительная – служит для защиты от поражения в случае повреждения основной.

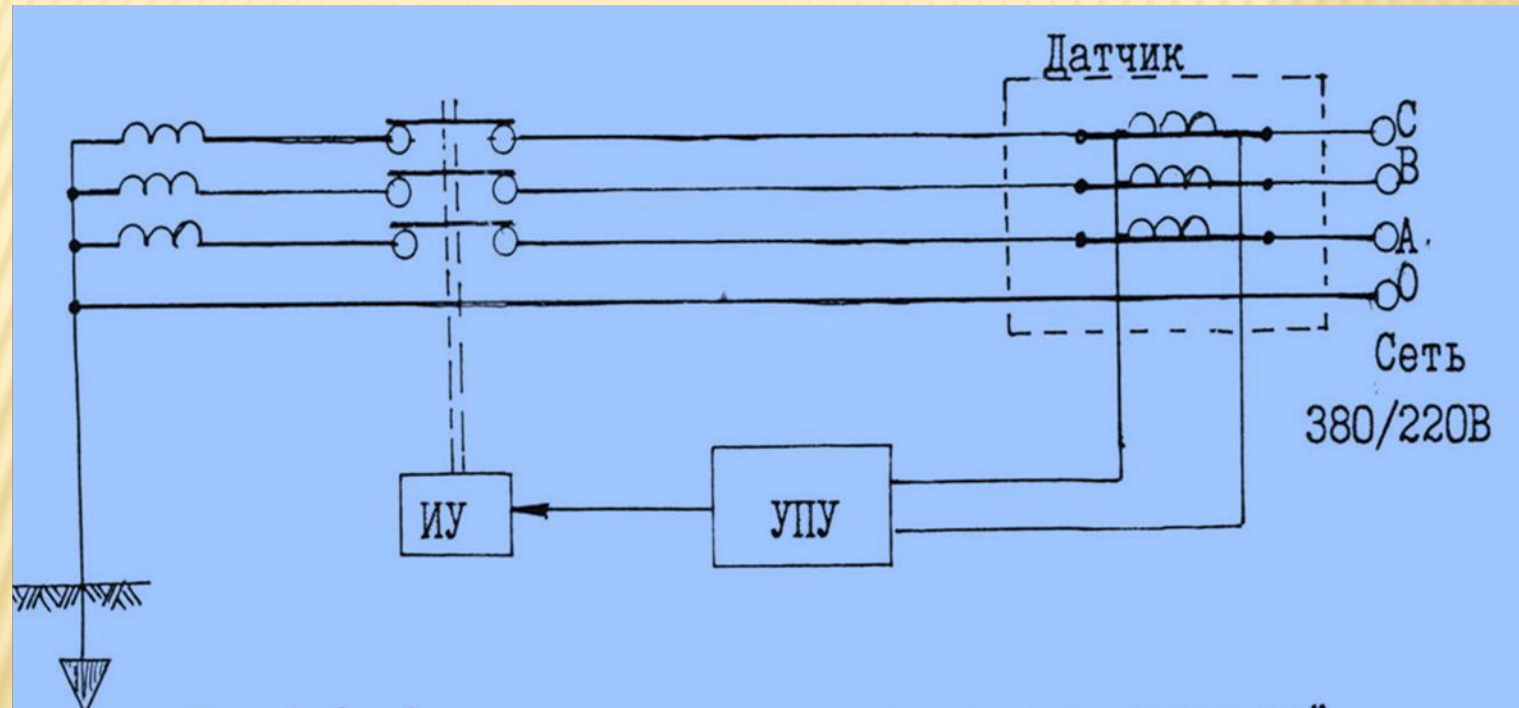
Защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением



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



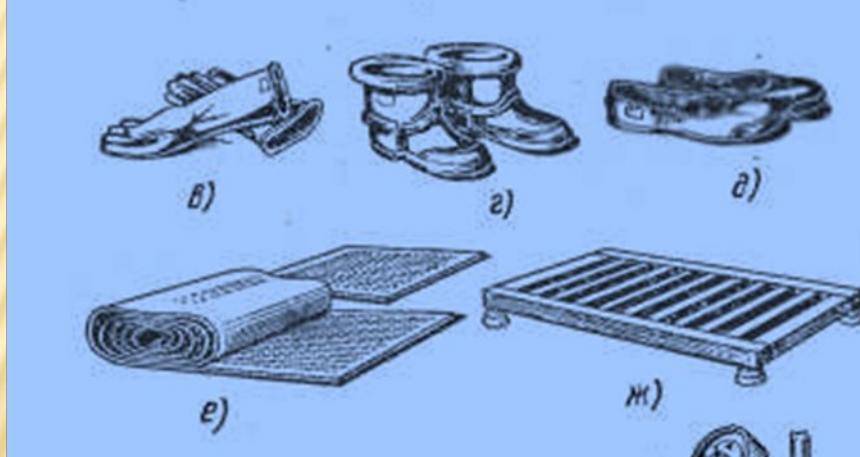
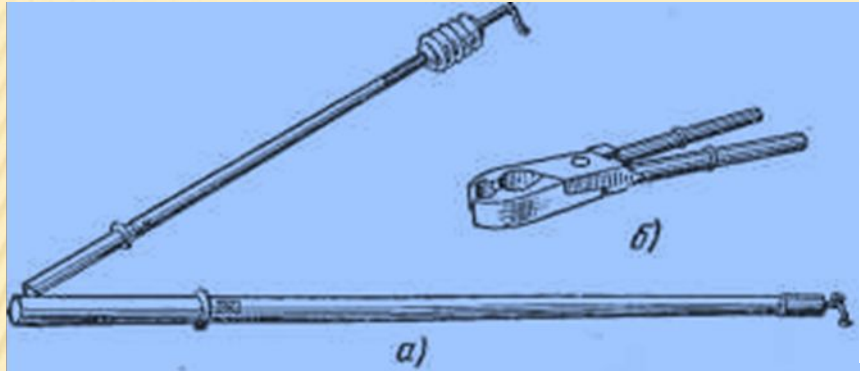
Защитное отключение - это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения током.



Средства защиты, используемые в электроустановках

Основные электрозащитные средства – это средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. (Штанги изолирующие. Клещи изолирующие. Клещи электроизмерительные Указатели напряжения Инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками Переносные заземления Диэлектрические перчатки).

Дополнительные электрозащитные средства - это средства защиты, дополняющие основные средства, а также служащие для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения током, а применяются совместно с основными электрозащитными средствами. (Диэлектрические галоши или сапоги. Изолирующие подставки и накладки. Диэлектрические коврики.)



www.electro-mpo.ru

Знаки электробезопасности

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ
РАБОТА НА ЛИНИИ**

go-iskra.ucoz.net

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ
РАБОТАЮТ ЛЮДИ**

go-iskra.ucoz.net

**НЕ ОТКРЫВАТЬ
РАБОТАЮТ ЛЮДИ**

go-iskra.ucoz.net



**ИСПЫТАНИЯ
ОПАСНО
ДЛЯ ЖИЗНИ!**

go-iskra.ucoz.net



**СТОЙ
НАПРЯЖЕНИЕ**

go-iskra.ucoz.net



ЗАЗЕМЛЕНО

go-iskra.ucoz.net

**РАБОТАТЬ
ЗДЕСЬ**

www.gentle.com.ua
go-iskra.ucoz.net

Первая доврачебная помощь при поражениях электрическим током



Первым действием должно быть быстрое отключение той части установки, к которой прикасается пострадавший. Если быстро отключить установку нельзя, надо отделить пострадавшего от токоведущих частей.

Способы оказания первой помощи.

- уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность;
- проверить наличие у пострадавшего пульса, дыхания;
- выяснить состояние зрачка – узкий или расширенный;
- вызвать врача, независимо от состояния пострадавшего;
- начать оказание соответствующей помощи пострадавшему.

Пострадавший находится в сознании, но до этого был в состоянии обморока, или продолжительное время находился под током, Удобно уложить на подстилку, накрыть чем-нибудь (одеждой) и до прибытия врача обеспечить полный покой, непрерывно наблюдая за дыханием и пульсом;

Сознание отсутствует, но сохранились устойчивые пульс и дыхание
Удобно уложить пострадавшего на подстилку, расстегнуть пояс и одежду, обеспечить приток свежего воздуха и полный покой, дать пострадавшему нюхать нашатырный спирт и обрызгать его водой;

Отсутствуют признаки жизни (дыхание, сердцебиение, пульс).

Немедленно начать делать искусственное дыхание и массаж сердца. Заключение о смерти пострадавшего может дать только врач.

