

# Электробезопасность



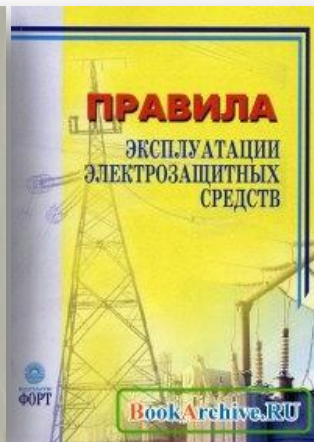
Часть №1



Конспект по обучению электротехнического и электротехнологического персонала на квалификационную группу по электробезопасности



# Электробезопасность



**Основные нормативно-правовые акты, устанавливающие требования электробезопасности**

- 1 Правила устройства электроустановок
- 2 НПАОП 40.1-1.32-01 Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок
- 3 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей
- 4 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
- 5 НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безопасной эксплуатации электроустановок
- 6 НПАОП 0.00-1.29-97 Правила защиты от статического электричества
- 7 Правила испытания и использования средств индивидуальной защиты
- 8 ГОСТ 12.1.019-79 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 9 ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.



# Электробезопасность

## Электроустановка

Под понятием **электроустановка** подразумевается: совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другие виды энергии



## Действующая электроустановка

Под понятием **действующая электроустановка** подразумевается: электроустановка или ее участок, находящихся под напряжением или на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов, а также ВЛ размещена в зоне наведенного напряжения или имеет пересечения с действующей ВЛ



# Электробезопасность

## Электрооборудование

Электрооборудованием называется устройства, в которых производится, трансформируется, преобразуется, распределяется электроэнергия



## Электромещение



Электромещением называются помещения или отгороженные, например, сетками, части помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, в которых расположены электроустановки



# Электробезопасность

**В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:**

**Помещения без повышенной опасности** – помещения в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность

**Помещения с повышенной опасностью** – помещения, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- а) сырости или токопроводящей пыли;
- б) токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
- в) высокой температуры;
- г) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, - с другой

**Особоопасные помещения** - это помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- а) особой сырости ;
- б) химически активной или органической среды;
- в) одновременно двух или более условий повышенной опасности



# Электробезопасность

## Характеристики помещений

**Сухими помещениями** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

**Влажными помещениями** называются помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяется лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

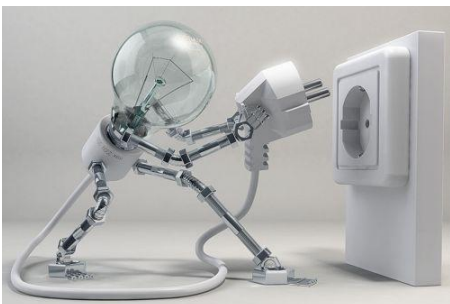
**Сырыми помещениями** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%.

**Особо сырыми помещениями** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).





# Электробезопасность



## Характеристики помещений:



**Жаркими помещениями** называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут)  $+35^{\circ}\text{C}$  (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.).

**Пыльными помещениями** называются помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п.  
Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с не токопроводящей пылью.

**Помещениями с химически активной или органической средой** называются помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.



# Электробезопасность

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются



По напряжению:  
- до 1000 В.  
- выше 1000 В.



По размещению:  
- внешние  
- внутренние



По степени риска:  
- без повышенной опасности;  
- с повышенной опасностью;  
- особо опасные







# Электробезопасность

Под термином **«электробезопасность»** понимается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества

**Электротравма** — повреждение, вызванное воздействием на организм электрического тока. Нередко приводит к летальному исходу

**Электротравматизм** — явление, которое характеризуется совокупностью электротравм, определенными причинно-следственными связями между элементами системы "человек-электроустановка-среда"



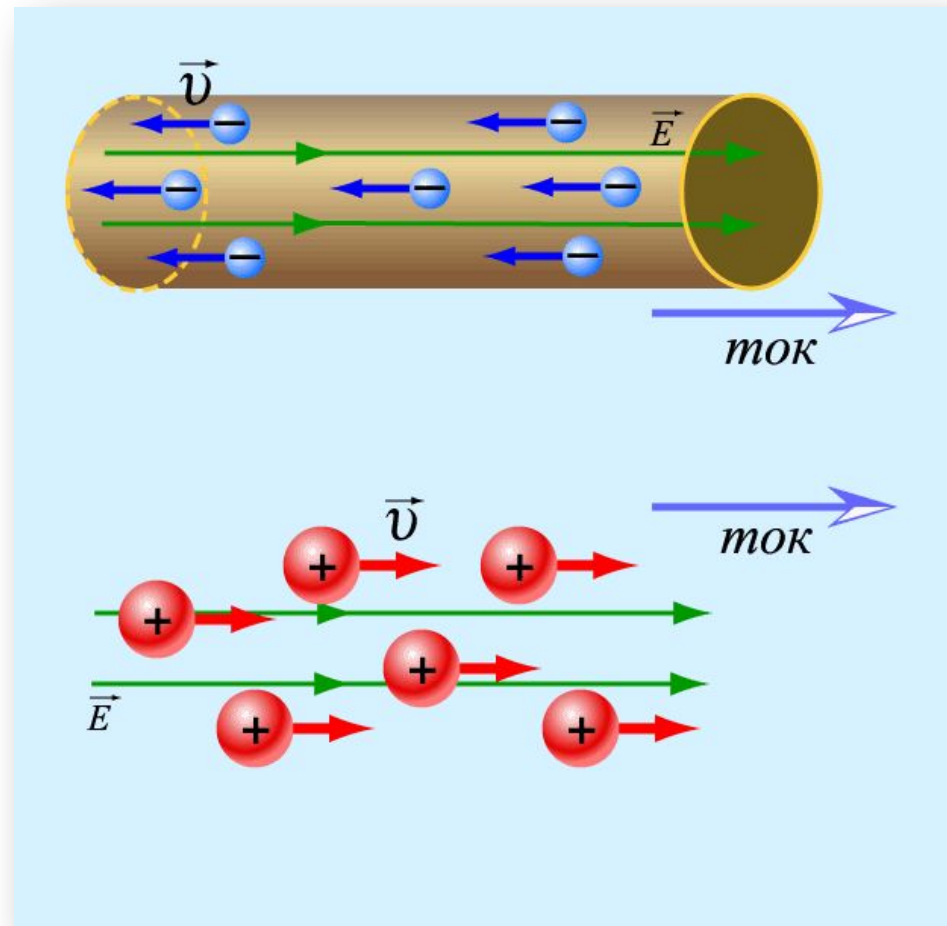


# Электробезопасность

**Электрический ток** - упорядоченное по направлению движение электрических зарядов. За направление тока принимается направление движения положительных зарядов.

Прохождение тока по проводнику сопровождается следующими его действиями:

- магнитным (наблюдается во всех проводниках)
- тепловым (наблюдается во всех проводниках, кроме сверхпроводников)
- химическим (наблюдается в электролитах)



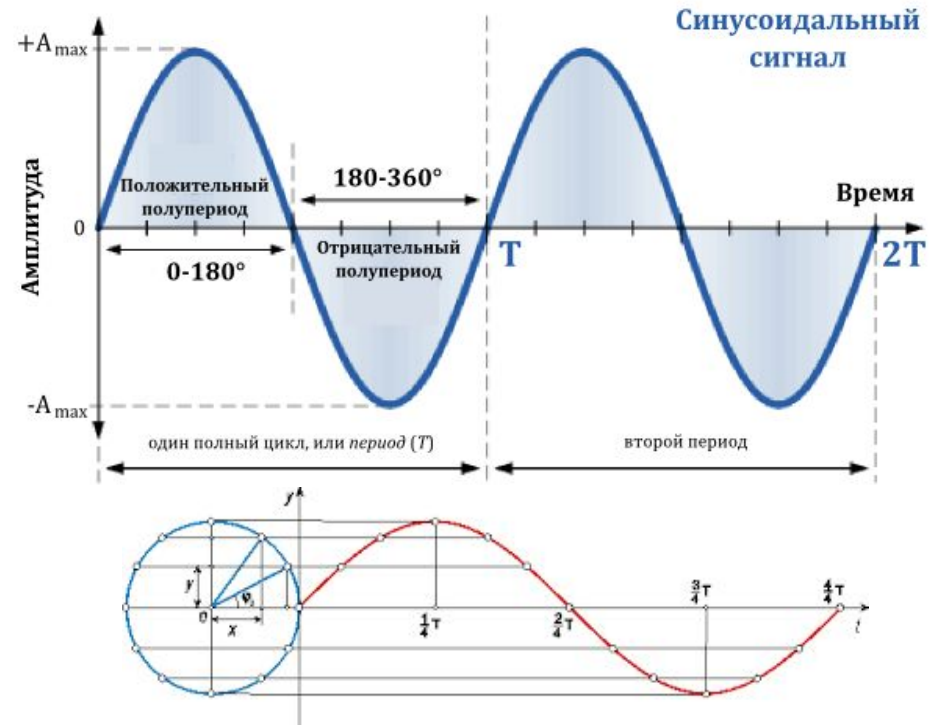


# Электробезопасность

## Переменный ток, его виды и основные характеристики

**Переменный ток** – это такой ток, направление и числовое значение которого меняются с течением времени (знакопеременный ток).

**Примечание:** не оговаривается форма кривой тока, периодичность, длительность его изменения. На практике под переменным током чаще всего подразумевают периодический переменный ток. Физическая сущность переменного тока сводится к колебаниям электрических зарядов в среде (проводнике или диэлектрике).



**Ток проводимости** – это такой ток, который обусловлен колебаниями электронов и ионов в среде.

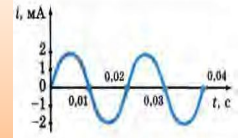
**Ток смещения** – это ток, который обусловлен смещением электрических зарядов на границе «проводник – диэлектрик» (например, ток через конденсатор). Ток смещения связан с изменением во времени электрического поля на границе проводник – диэлектрик и имеет особенности. Амплитуда тока смещения и его направления совпадают по фазе с током проводимости. По значению он всегда равен току проводимости. Частным случаем тока смещения является ток поляризации.



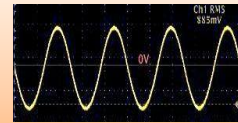
# Электробезопасность

## Основные характеристики переменного тока

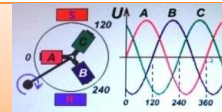
**Период** – время одного цикла изменения тока по направлению и числовому значению ( $T$ , с)



**Частота** – это число циклов изменения тока в единицу времени.  
 $n = 1/T$  (величина обратная периоду  $\text{с}^{-1}$ , Гц)



**Круговая частота** ( $\omega$ ,  $2\pi/T$  радиан/с)



**Фаза** ( $\varphi$ ) – это величина, определяющая во времени взаимоотношение тока и напряжения в электрической цепи.

**Мгновенное значение тока и напряжения** - значение этих величин в данный момент времени ( $i$ ,  $u$ ).

**Амплитудное значение тока и напряжения** – это максимальное за полупериод значение этих величин ( $I_m$ ,  $U_m$ )



# Электробезопасность

## Основные понятия



**Сила тока** - скалярная физическая величина, равная отношению заряда, прошедшего через проводник, ко времени, за которое этот заряд прошел. где  $I$  - сила тока,  $q$  - величина заряда (количество электричества),  $t$  - время прохождения заряда.

**Плотность тока** - векторная физическая величина, равная отношению силы тока к площади поперечного сечения проводника. где  $j$  - плотность тока,  $S$  - площадь сечения проводника. Направление вектора плотности тока совпадает с направлением движения положительно заряженных частиц.

**Напряжение** - скалярная физическая величина, равная отношению полной работе кулоновских и сторонних сил при перемещении положительного заряда на участке к значению этого заряда. где  $A$  - полная работа сторонних и кулоновских сил,  $q$  - электрический заряд.



# Электробезопасность

## Основные понятия

**Электрическое сопротивление** - физическая величина, характеризующая электрические свойства участка цепи.

где  $\rho$  - удельное сопротивление проводника,

$l$  - длина участка проводника,

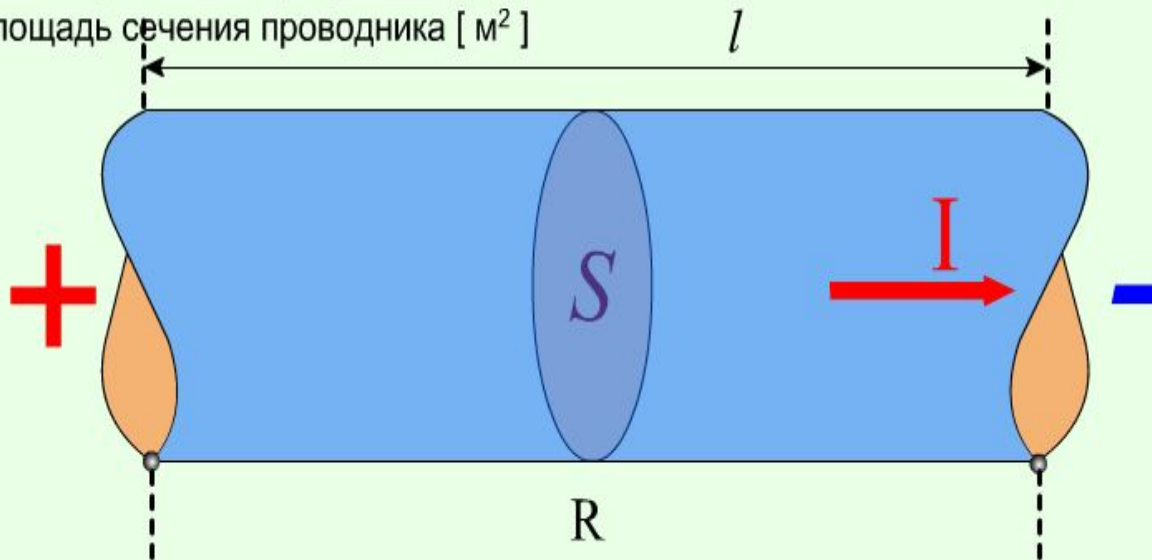
$S$  - площадь поперечного сечения проводника.

$R$  - электрическое сопротивление проводника [ Ом ]

$\rho$  - удельное сопротивление проводника [ Ом·м ]

$l$  - длина проводника [ м ]

$S$  - площадь сечения проводника [ м<sup>2</sup> ]



$$R = \rho \frac{l}{S}$$



# Электробезопасность

## Физические величины электрической энергии

Физическая величина	Обозначение	Единицы измерения	Расчетная формула
Сила тока	<b>I</b>	<b>A</b>	<b><math>I=q/t</math></b>
Электрическое напряжение	<b>U</b>	<b>B</b>	<b><math>U=A/q</math></b>
Электрическое сопротивление	<b>R</b>	<b>Ом</b>	<b><math>R=(\rho l)/S</math></b>
Работа электрического тока	<b>A</b>	<b>Дж, кВтч</b>	<b><math>A=UIt</math></b>
Мощность электрического тока	<b>P</b>	<b>Вт, кВт</b>	<b><math>P=UI</math></b>



# Электробезопасность

## Воздействие электрического тока на организм человека

**Протекание электрического тока через тело человека** сопровождается термическими, электролитическими и биологическими эффектами.

**Термическое воздействие тока** заключается в нагреве тканей, испарении влаги и т.п., что вызывает ожоги, обугливание тканей и их разрывы паром.

**Электролитическое воздействие тока** проявляется в разложении органического вещества (его электролизе), в том числе и крови, что приводит к изменению их физико-химических и биохимических свойств.

**Биологическое воздействие тока** проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, в том числе и на клеточном уровне. Возбуждения, вызванные раздражающим действием тока, может проявляться в виде непроизвольного и непредсказуемого сокращения мышц.

**Механическое (динамическое) действие тока** – выражается в расслоении, разрыве и других подобных повреждениях тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани и др., в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара от перегретой током тканевой жидкости и крови

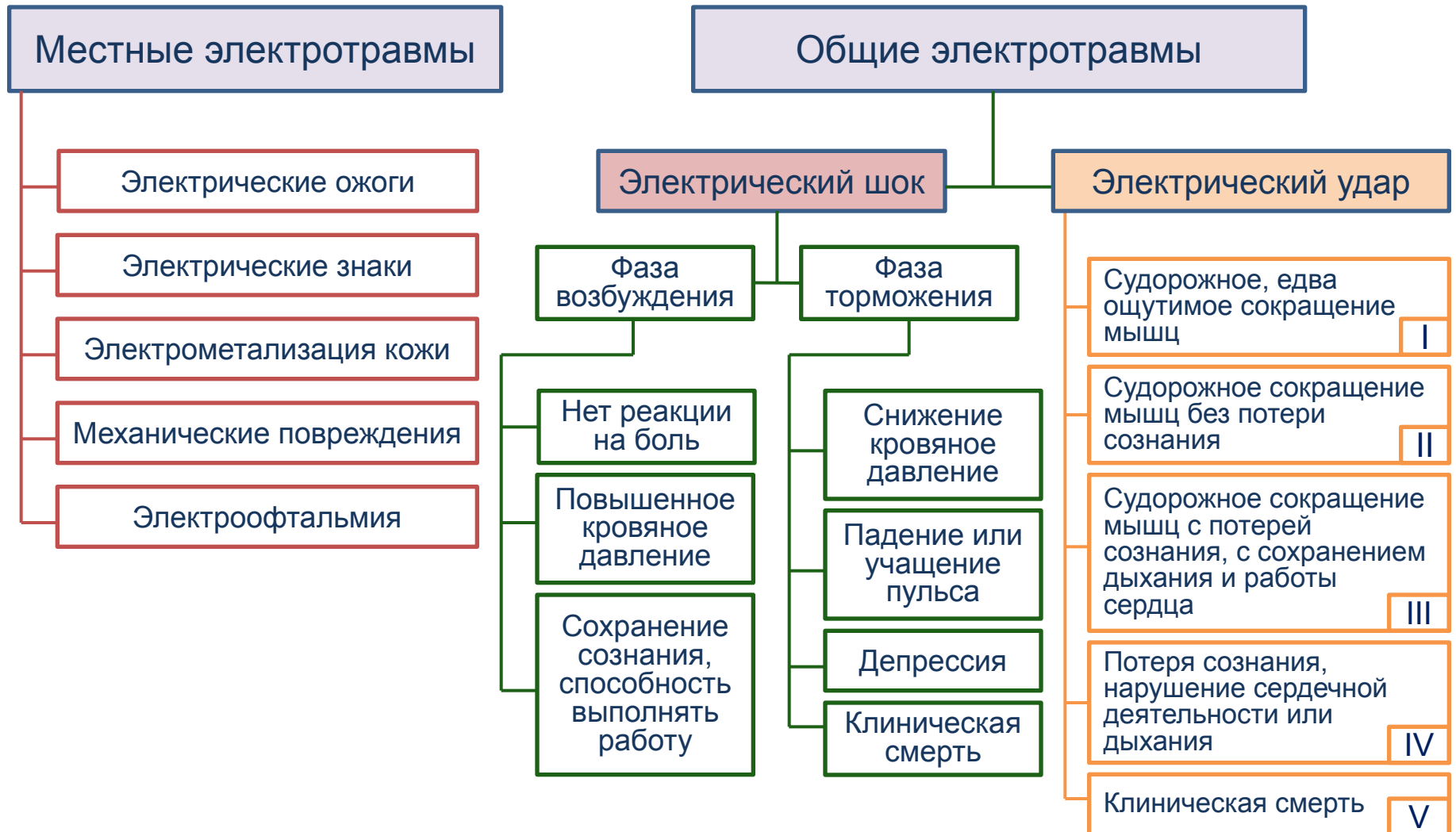
Кроме отмеченного, протекание тока через организм отрицательно влияет на поле биопотенциалов в организме. Внешний ток, взаимодействуя с биотоками, может нарушить нормальный характер действия биотоков на ткани и органы человека, подавить эти биотоки и, тем самым, вызвать специфические расстройства в организме.





# Электробезопасность

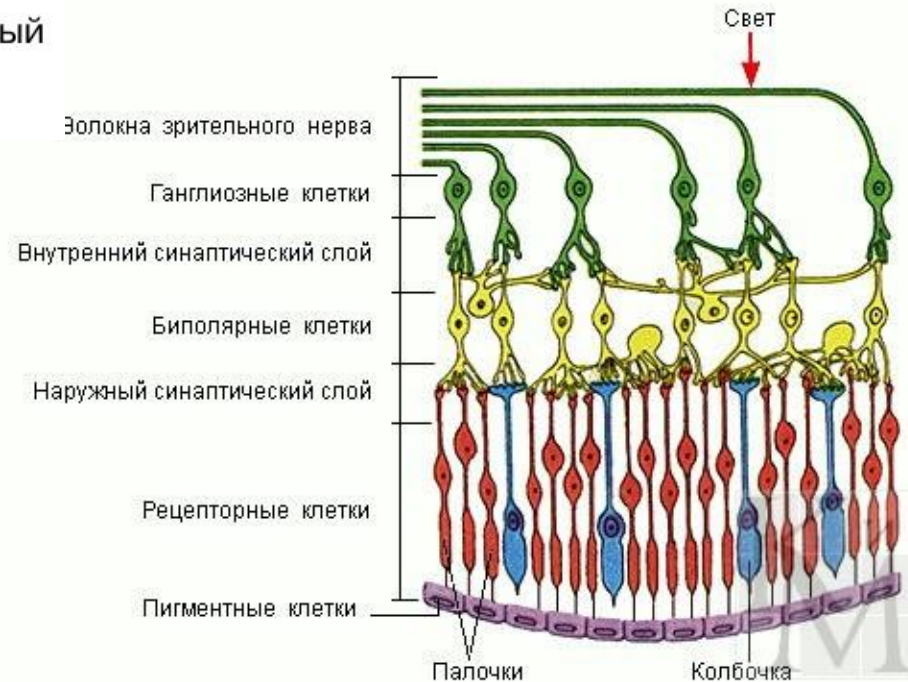
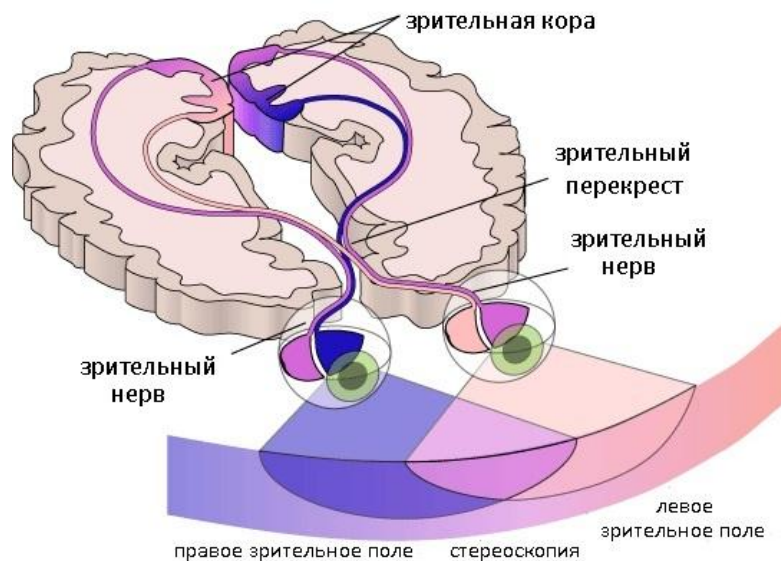
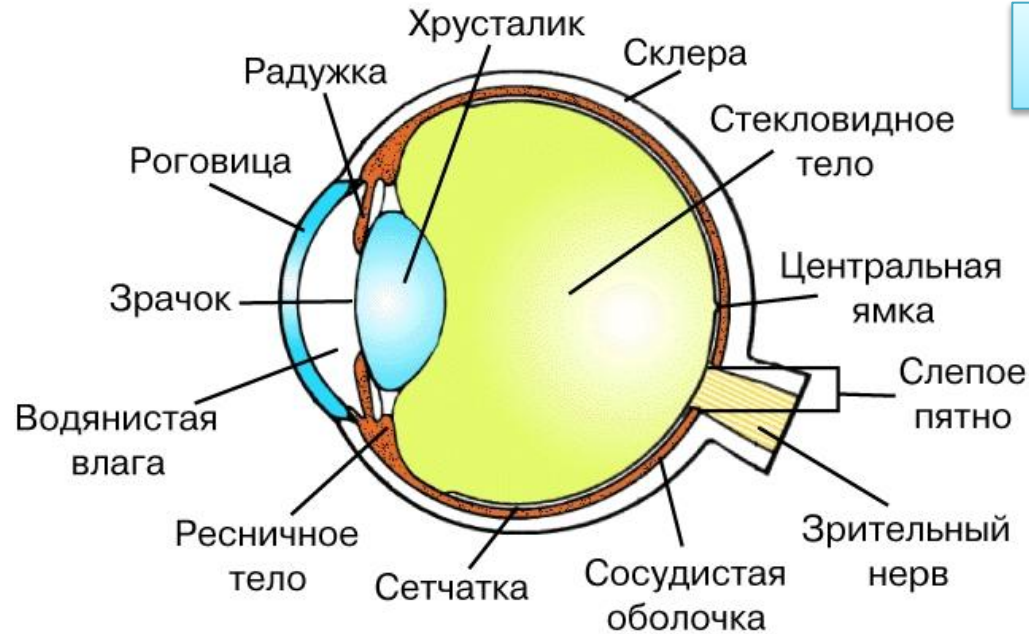
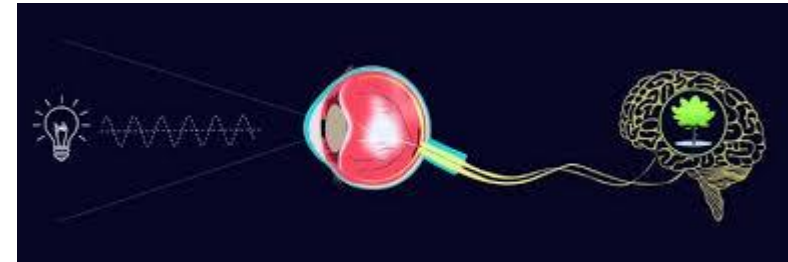
## Виды электротравм





# Электробезопасность

## Строение сетчатки и механизм возникновения зрительных ощущений





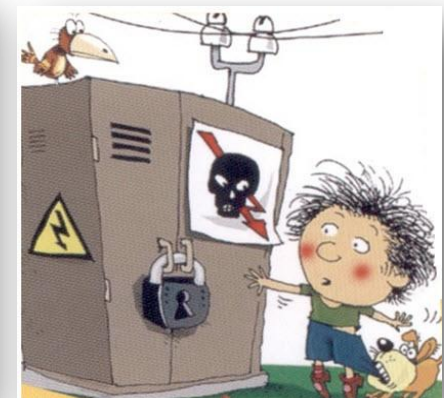
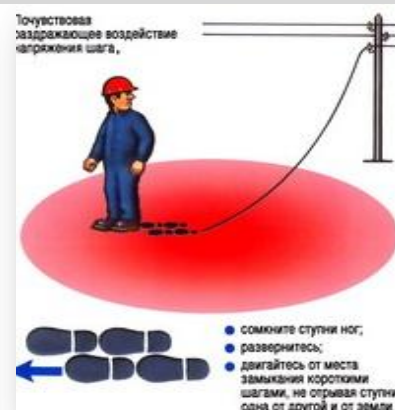
# Электробезопасность

## Основные причины несчастных случаев от поражения электрическим током

- 1 Случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимися под напряжением.
- 2 Появление напряжения на металлических частях оборудования, которое в нормальном режиме работы не находится под напряжением.
- 3 Случайное включение или появление напряжения на отключенных токоведущих частях оборудования, на которых производится работа.
- 4 Возникновения «напряжения шага» на участках земли, где находится человек.

## Основные причины массовости смертельного электротравматизма можно сформулировать следующим образом:

- физиологическая несовместимость электрического тока и биологических процессов в организме;
- отсутствие внешних признаков опасности оголенных токоведущих частей или металлических конструкций, случайно оказавшихся под напряжением (отсутствуют дым, свечение и другие устрашающие признаки);
- непонимание большинством работающих конкретной опасности контакта с токоведущими частями.





# Электробезопасность

## Особенности поражения человека электрическим током

**Существует четыре особенности поражения электрическим током:**

- 1 Отсутствие внешних признаков угрожающей опасности поражения электрическим током - человек не может увидеть, услышать, почувствовать или как-то иначе заблаговременно обнаружить возможность поражения;
- 2 Тяжесть электротравм с потерей трудоспособности от электротравм бывает долгой, возможно смертельный исход;
- 3 Возможны судороги мышц, вследствие чего происходит так называемое "приковывание" к токоведущим частям при воздействии токов промышленной частоты величиной 10 - 25 мА;
- 4 Возможность дальнейшего механического травмирования (падение с высоты и т.д.)

## Факторы влияющие на следствие поражения электрическим током

**На следствие поражения человека электрическим током влияют:**

- 1 Факторы электрического характера - величина напряжения, сила тока, вид тока (постоянный или переменный), частота при переменном токе;
- 2 Факторы неэлектрического характера - продолжительность действия электротока;
- 3 Факторы окружающей среды - температура, давление, влажность воздуха;
- 4 Путь протекания тока через тело человека;
- 5 Факторы физиологического состояния здоровья человека и величина сопротивления его организма.



# Электробезопасность

## Опасность электрического тока

Определяющими факторами последствий электротравм является сила тока, длительность и путь протекания тока через тело человека.

Принято считать, что ток, равный или более **100 мА**, считается смертельным. При токе **20 мА ÷ 50 мА** возникает опасное поражение, самостоятельное освобождение от действия тока невозможно.

Ток **15 мА ÷ 20 мА** применяется для расчетов как наиболее безопасное значение. Считается, что сопротивление тела человека находится в пределах от **600** до **1000 Ом**. Если взять для расчетов наиболее приемлемую безопасную величину тока **20 мА**, а наименьшее сопротивление человека **600 Ом**, мы получим напряжение **12 В**, которое считается допустимым в особо опасных помещениях в части поражения электрическим током.

Напряжение **42 В** применяется для местного освещения оборудования, станков и питания переносных светильников в помещениях с повышенной опасностью в части поражения электрическим током. Величина напряжения **42 В** применяется и в "Правилах безопасной эксплуатации электроустановок потребителей" как предел, который определяет зоны сильного и слабого действия наведенного напряжения.

На практике случались смертельные случаи электротравматизма при напряжении менее **12 В**, например, попадание под напряжение человека, находящегося в воде.

### Принятые величины малых напряжений:

- до **42 В**. переменного напряжения;
- до **12 В**. в особо опасных помещениях;
- до **110 В**. постоянного напряжения.



# Электробезопасность

## Электрическое сопротивление тела человека

Тело человека является проводником электрического тока. Однако проводимость живой ткани в отличие от обычных проводников обусловлена не только её физическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими лишь живой материи.

Сопротивление тела человека является переменной величиной, нелинейно зависящей от множества факторов (состояние кожи, параметров электрической цепи, физиологического состояния и состояния окружающей среды).

Большинство тканей тела человека содержит большое количество воды ( до 65% массы).

Поэтому живую ткань можно рассматривать как электролит т.е. раствор, разлагающийся химически при прохождении по нему тока.

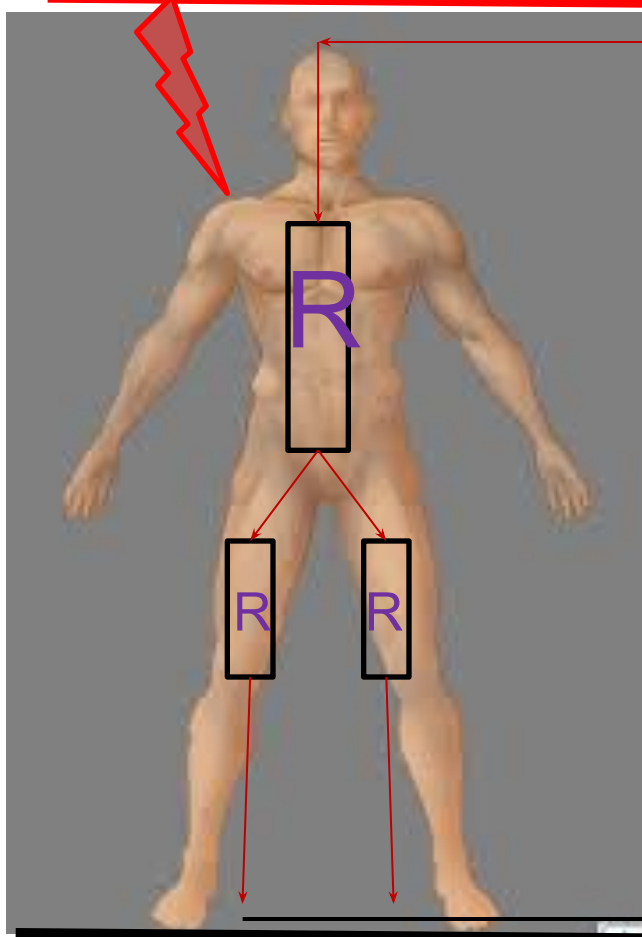
Сопротивление тела человека, т.е. сопротивление между двумя электродами, наложенными на поверхность тела, у разных людей различно.

Неодинаковым оно оказывается и у одного и того же человека в разное время и в разных условиях измерения. При сухой, чистой и неповреждённой коже сопротивление тела, измеренное при напряжении до 15-20 В, колеблется в пределах примерно  $(3 \div 100) \cdot 10^3$  Ом или  $3 \div 100$  кОм.

**При расчетах, связанных с электробезопасностью, сопротивление тела человека принимают равным 1000 Ом или 1 кОм.**



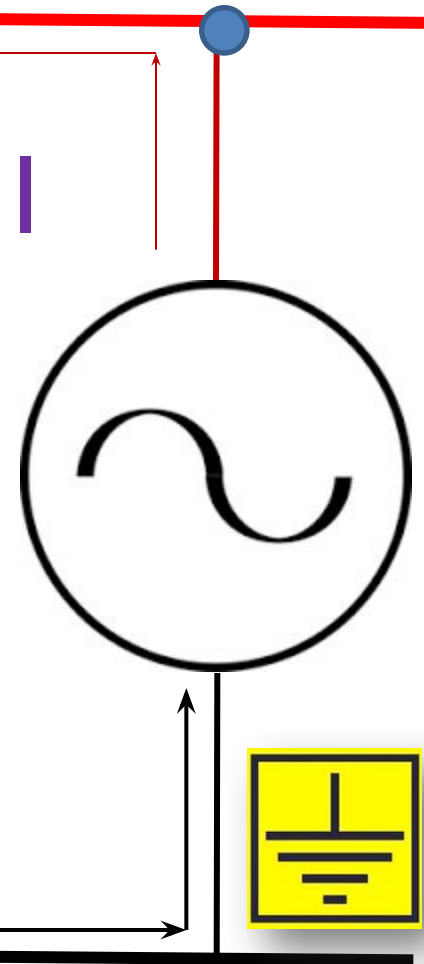
# Электробезопасность



Для расчетов принята  
величина сопротивления  
тела человека = 1000 Ом

$$I = U/R$$
$$220/1000=0.22A$$

$$I = 0.22 \text{ Ампера}$$



Расчетами определено, что для работника, который стоит на токопроводящем полу ( $R=1000 \text{ Ом}$ ), и касается фазного провода напряжением равным **220 В**, ток протекания через организм человека составит **220 mA**. Такой ток является смертельно опасным !!! В случае, когда работник будет одет в обувь с диэлектрической подошвой, и будет стоять на изолирующей основе, величина тока протекания через организм человека будет составлять **2 mA**, что является безопасным для человека



# Электробезопасность

## Физические ощущения человека при прохождении тока различного рода

Ток, mA	Характер воздействия	
	Переменный ток	Постоянный ток
0,6 ÷ 1,5	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев рук.	Не ощущается.
2 ÷ 3	Сильное дрожание пальцев рук.	Не ощущается.
5 ÷ 7	Судороги в руках.	Зуд, ощущение нагрева.
8 ÷ 10	Руки с усилием, но еще можно оторвать от электродов, сильная боль в пальцах и кистях рук.	Усиленный нагрев.
20 ÷ 25	Паралич рук, оторвать их от электрода невозможно. Очень сильная боль, дыхание затруднено	Слишком сильный нагрев. Незначительное сокращение мышц рук.
50 ÷ 80	Остановка дыхания. Начало фибрилляции.	Сокращение мышц. Судороги, дыхание затруднено





# Электробезопасность

## Характер воздействия на человека токов разного значения

**Ощутимый ток** – электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения называется ощутимым. Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него малого тока: в среднем около 1,1 мА при переменном токе частотой 50 Гц и около 6 мА при постоянном токе. Это воздействие ограничивается при переменном токе слабым зудом и пощипыванием, а при постоянном токе – ощущением нагрева кожи на участке, касающемся токоведущей части.

**Не отпускающий ток** – электрический ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки в которой зажат проводник называется не отпускающим. При постоянном токе не отпускающих токов нет, но в момент отрыва ощущается боль. Ток, при котором человек может самостоятельно оторвать руки от электродов (когда можно выдержать боль) принят за порог не отпускающих токов и составляет примерно 50-80 мА.

**Фибрилляционный ток** – электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца, называется фибрилляционным, а наименьшее его значение – пороговым фибрилляционным током. При частоте 50 Гц фибрилляционными являются токи в пределах от 50 мА до 5 А, а среднее значение порогового фибрилляционного тока – примерно 100 мА. При постоянном токе средним значением порогового фибрилляционного тока можно считать 300 мА, а верхним пределом – 5А.



# Электробезопасность

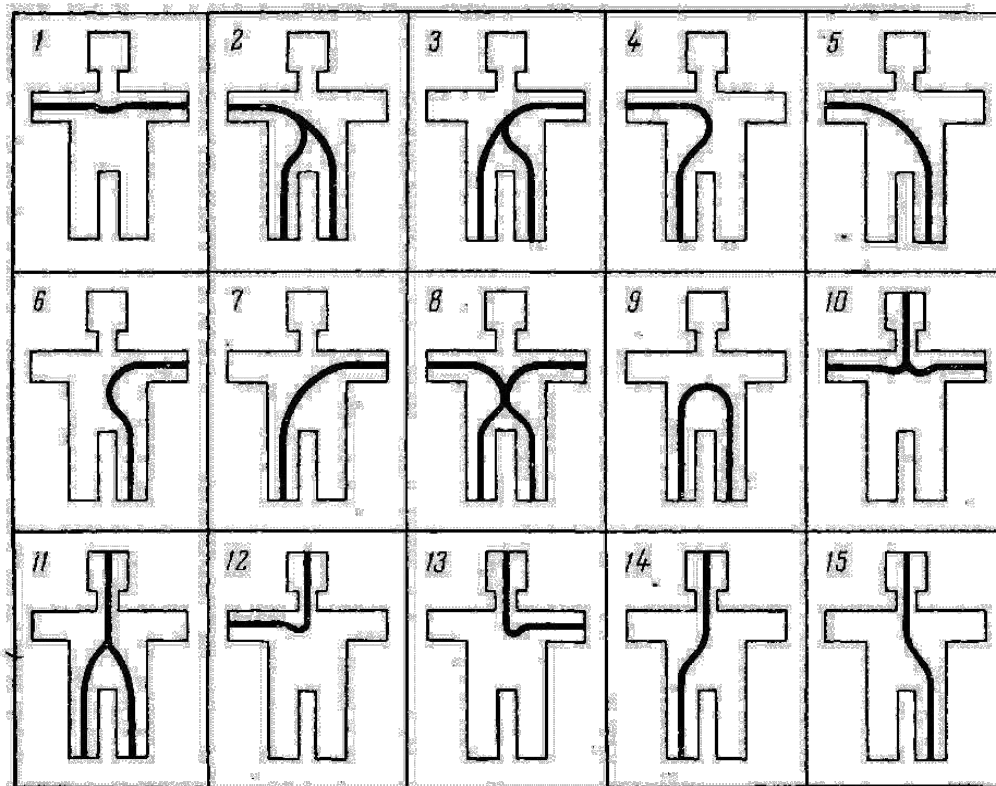
## Путь прохождения тока в теле человека

Путь прохождения тока в теле человека играет существенную роль в исходе поражения. Опасность поражения весьма велика, если на пути тока оказываются жизненно важные органы – сердце, легкие, головной мозг.

В практике обычно встречается 15 путей тока (петель) в теле человека.

### Наиболее распространено 6 петель:

- рука-рука;
- правая рука – ноги;
- левая рука – ноги;
- нога – нога;
- голова – ноги;
- голова – руки.



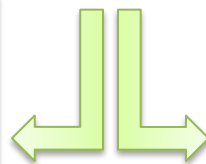


# Электробезопасность

## Два вида электрических травм

Указанное многообразие действий электрического тока на организм приводит к различным электротравмам, которые можно свести к двум основным видам

Местные электротравмы, когда возникает местное повреждение организма



Общие электротравмы (электрические удары), когда поражается весь организм

Примерное распределение несчастных случаев от электрического тока:

- 20% - местные;
- 25% - электрические удары;
- 55% - смешанные травмы.

Эти травмы часто сопутствуют друг другу, но они различны и должны рассматриваться отдельно



# Электробезопасность

## Местная электротравма

**Местная электротравма** – это ярко выраженное местное нарушение целостности тканей тела.

Чаще это поверхностные повреждения (кожа, иногда связок и костей).

Опасность местных травм зависит от места и степени повреждения тканей. Как правило, местные травмы излечиваются, работоспособность восстанавливается.

Характерные местные электротравмы – электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия. 75% случаев поражений электрическим током сопровождается местными электротравмами.

- Из них:
- электрические ожоги – 40%;
  - электрические знаки – 7%;
  - металлизация кожи – 3%;
  - механические повреждения – 0,5%;
  - электроофтальмия – 1,5%;
  - смешанные травмы – 23%.



# Электробезопасность

Местная электротравма подразделяются

Электрический ожог



Электрические знаки





# Электробезопасность

Местная электротравма подразделяются

Металлизация кожи



Механические повреждения

Электроофтальмия





# Электробезопасность

## Электрические ожоги

**Электрический ожог** – это самая распространенная электротравма.

В зависимости от условий возникновения различают два основных вида ожога:

- **токовый** (контактный), возникающий при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате его контакта с токоведущей частью;
- **дуговой**, обусловленный воздействием на тело электрической дуги

**Токовый ожог** – возникает в электроустановках напряжением не выше 2 кВ.

При более высоких напряжениях образуется электрическая дуга.

Чем больше ток и время его прохождения через тело человека тем опаснее ожог.

Сопротивление кожи больше чем сопротивление внутренних тканей человека, в следствии чего сгорает кожа. При токах высоких частот могут возникнуть ожоги внутренних тканей.

**Дуговой ожог** – наблюдается в электроустановках различных напряжений.

При этом в установках до 6 кВ ожоги являются следствием случайных КЗ.

В установках более высоких напряжений дуга возникает при случайном приближении человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением и на расстоянии при котором происходит пробой воздушного промежутка между ними.



# Электробезопасность

## Электрические знаки

**Электрические знаки** – представляют собой резко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности тела человека, подвергнутого действию тока. Размер пятен 1-5 мм. Обычные электрические знаки безболезненны, лечатся легко.

## Металлизация кожи

**Металлизация кожи** – проникновение в верхние слои кожи мельчайших частиц металла, расплавившегося под действием электрической дуги, возникающей при КЗ. Мельчайшие брызги расплавленного металла под влиянием возникших динамических сил и теплового потока разлетаются во все стороны с большой скоростью. Поражение глаз наиболее опасно. Поэтому работы, при которых возможно возникновение электрической дуги должны выполняться в защитных очках, одежда должна быть застегнута, ворот закрыт, рукава опущены.





# Электробезопасность

## Механические повреждения

**Механические повреждения** – это следствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием электрического тока. В результате могут произойти разрывы сухожилий, кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани. Так же могут быть вывихи суставов и даже переломы костей. Механические повреждения происходят в основном при работе в электроустановках до 1000 В при относительно длительном воздействии тока.

## Электроофтальмия

**Электроофтальмия** – воспаление наружной оболочки глаза – роговицы и конъюнктивы, возникающие в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей. Такое облучение возможно при наличии электрической дуги, которая является источником излучения ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Предупреждение электроофтальмии обеспечивается применением защитных очков.



# Электробезопасность

## Общие электротравмы

**Электрический удар** – это возбуждение живых тканей организма протекающим через него током, проявляющееся в непроизвольных судорожных сокращениях различных мышц тела. При этом нарушается работа всех органов – сердца, легких, центральной нервной системы

**Электрический удар** – можно разделить на пять степеней:



**I** - судорожное, едва ощутимое сокращение мышц.

**II**- судорожное сокращение мышц, сопровождающееся сильными болями, без потери сознания

**III**- судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но сохранившимися дыханием и работой сердца

**IV**- потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (и то и другое)

**V**- клиническая смерть.

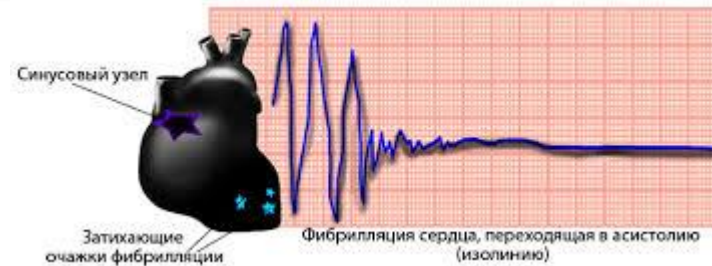
Исход воздействия тока зависит от следующих факторов: значение и длительность протекания тока; род и частота тока; пути прохождения; индивидуальные свойства человека.



# Электробезопасность

## Общие электротравмы

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



**Фибрилляция** – хаотические одновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл) при которых сердце не в состоянии гнать кровь по сосудам. Фибрилляция сердца может наступить в результате прохождения через тело человека по пути рука-рука или рука-ноги переменного тока более 50 мА частотой 50 Гц в течение нескольких секунд. Токи меньше 50 мА и больше 5 А фибрилляции сердца у человека, как правило, не вызывают.



# Электробезопасность

## Возможные схемы включения человека в цепь тока

Каждый случай поражения электрическим током имеет свои индивидуальные особенности. Однако с теоретической точки зрения (анализа физической природы источников электроэнергии и количественной оценки параметров контура тока) все множество причин протекания через тело человека тока подразделяется на следующие типовые схемы:

1 – двухполюсное прикосновение

2 – однополюсное прикосновение

3 – остаточный заряд

4 – наведенный заряд

5 – заряд статического электричества

6 – напряжение шага

7 – электрический пробой воздушного промежутка





# Электробезопасность

## Двухполюсное прикосновение

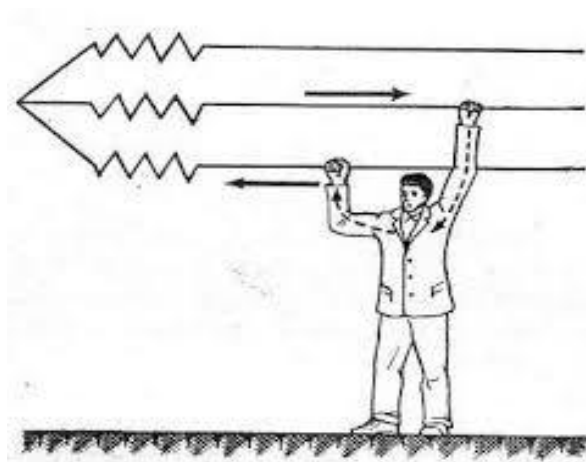
В этом режиме человек двумя точками тела касается разнополярных токоведущих частей

### Условия формирования цепи

Случаи двухполюсного прикосновения происходят относительно редко - как правило, они являются следствием грубого нарушения правил техники безопасности. Обычно они возникают в электроустановках напряжением ниже 1000В в процессе работы под напряжением с применением неисправных защитных средств, а также в результате небрежности при эксплуатации электрооборудования с не огражденными голыми токоведущими частями (открытые рубильники, незащищенные клеммные платы, экспериментальные работы и т.п.).

### Возможные последствия двухполюсного прикосновения

Здесь напряжение прикосновения равно рабочему, и поэтому в сетях переменного тока напряжением выше 100 В ток через тело человека превышает значения порогового не отпуска (16 мА) и фибриляционного (100мА). Поэтому обычно такой контакт с токоведущими частями завершается летальным исходом (если пострадавшему своевременно не оказана помощь).





# Электробезопасность

## Однополюсное прикосновение

### Условия формирования цепи

На рисунке показано непосредственное прикосновение человека к токоведущей части, когда он тем или иным образом нарушает правила техники безопасности. Однако режим однофазного прикосновения чаще возникает в условиях, когда человек этих правил не нарушает, прикасаясь не к токоведущей части, а лишь к корпусу электротехнического изделия.



Если в изделии имеется неисправность типа замыкания фазы на корпус, параметры контура тока будут идентичными указанным на предыдущей схеме. Именно в этом режиме происходит наибольшая часть травм от электрического тока

### Возможные последствия однофазного прикосновения.

Здесь контур тока замыкается либо через сопротивления утечки (в сетях, изолированных от земли), либо через сопротивление заземления нейтрали источника электроэнергии.

В общем виде режим однофазного прикосновения менее опасен, чем режим двухфазного прикосновения, так как здесь значение напряжения прикосновения ограничивается сопротивлением утечки. Тем не менее в сетях с заземленной нейтралью, а также в сетях с изолированной нейтралью, имеющих большую емкость, опасность этого режима адекватна опасности режима двухфазного прикосновения.



# Электробезопасность

## Остаточный заряд

### Схема включения человека в цепь

Под остаточным понимается заряд на конденсаторе, сохраняющийся некоторое время после отключения источника питания. Схема включения человека в электрическую цепь формируется при прикосновении его к одной из обмоток конденсатора.

### Условия формирования цепи

Всякая сеть или устройство обладают емкостью относительно земли (корпуса) и между полюсами (фазами).

Если сопротивление изоляции велико, то после снятия рабочего напряжения либо после измерений мегомметром потенциал на токоведущих частях, обусловленный остаточным зарядом емкости, может сохраняться длительное время. В случае прикосновения человека к токоведущей части при этом возникает переходный процесс разряда емкостей через его тело

### Состав технических средств защиты

В зависимости от вида электроустановки, условий эксплуатации и назначения электроприемников применяют защитное заземление, зануление, защитное отключение, защитное шунтирование, защитное разделение сетей и контроль изоляции.

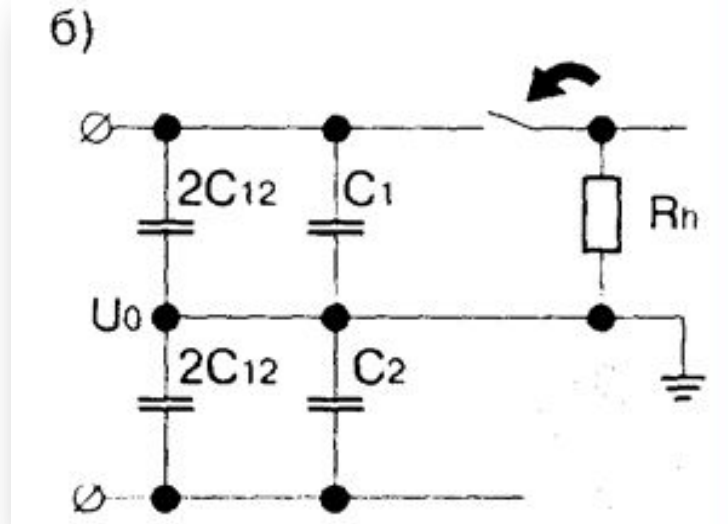
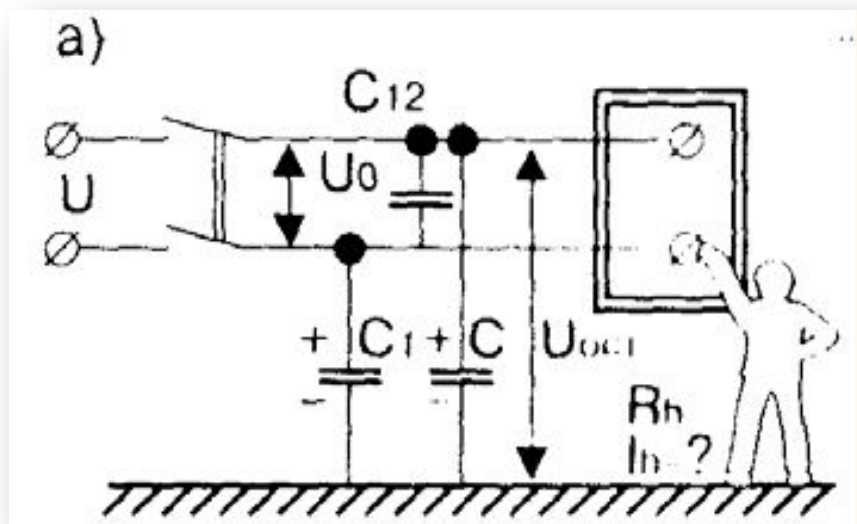


# Электробезопасность

## Остаточный заряд

Процессы, аналогичные указанным, происходят также при работе в цепях с индуктивностями. Так, согласно Правилам эксплуатации электроустановок, необходимо ежегодно отключать силовые трансформаторы и контролировать омическое сопротивление их обмоток.

В переносных омметрах обычно применяют источники постоянного напряжения 4-6 В. При отключении омметра, например, от обмотки низкого напряжения в процессе разряда ее индуктивности импульс тока трансформируется в обмотку высокого напряжения. Если в этот момент человек касается полюса последней, то электротравма неизбежна.





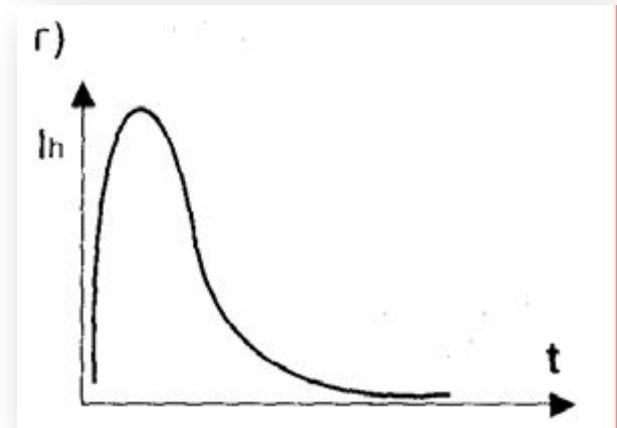
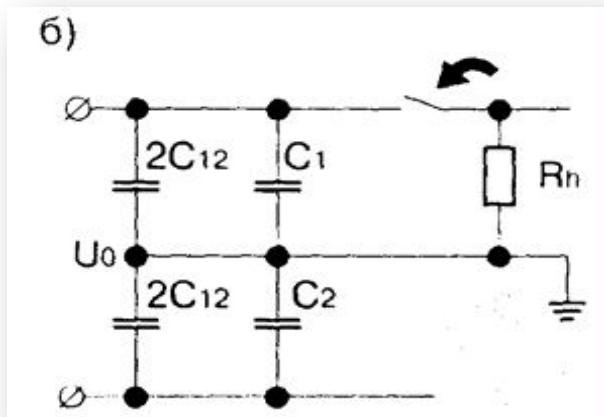


# Электробезопасность

## Остаточный заряд

### Возможные последствия действия остаточного заряда

Рассмотрим эту схему травмирования током на примере однофазной сети.



Обозначения на схеме:  $R_h$  - сопротивление тела человека,  $R_1$  и  $R_2$ ,  $C_1$  и  $C_2$  - эквивалентные сопротивления изоляции и емкости полюсов относительно земли,  $C_{12}$  - эквивалентная емкость между полюсами (в том числе конденсаторов фильтров выпрямителей),  $U_0$  - остаточное напряжение. Принимаем  $(R_1, R_2) \gg R_h$ , что правомерно, так как при низких значениях сопротивления изоляции остаточный заряд быстро исчезает и сеть, с точки зрения возможности поражения человека током, становится безопасной. Упрощаем расчетную схему путем разделения емкости  $C$ , на две последовательно включенные емкости значением  $2 C_{12}$  каждая (рис.б).



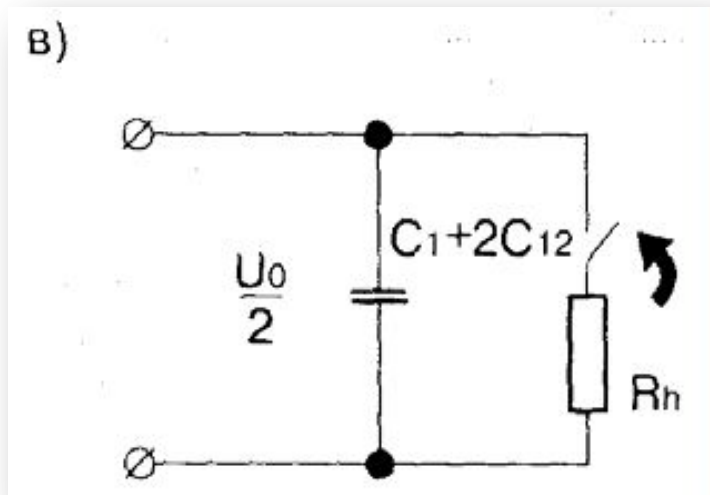
# Электробезопасность

## Остаточный заряд

Окончательная расчетная схема (рис.в) позволяет определить ток разряда емкости  $C1 + 2 C12$  через сопротивление  $Rh$  при начальном напряжении  $U0/2$  по известной формуле:

$$Ih = U0 \cdot \exp(-t / Rh \cdot (C1 + 2 \cdot C12)) / 2 \cdot Rh$$

Таким образом, максимальное значение тока  $Ih$  определяется величиной остаточного напряжения  $U0$  и сопротивлению тела человека, а длительность переходного процесса зависит от величины емкостей относительно земли и между полюсами сети. Обычный результат действия остаточного заряда - вторичные травмы.





# Электробезопасность

## Остаточный заряд

### Защитные мероприятия

Из формулы для  $I_h$  следует одно из основных правил техники безопасности: **после снятия рабочего напряжения не берись за токоведущие части, предварительно не разрядив емкости.**

Для разряда емкостей следует присоединить провод разрядника (щупа) к заземленной конструкции (детали) и затем коснуться щупом токоведущей части. Изменять указанную последовательность операций нельзя, так как в этом случае ток разряда пройдет через тело человека.





# Электробезопасность

## Наведенный заряд

### Схема включения человека в цепь

В этом режиме человек прикасается к металлическому нетоковедущему предмету (конструкции), находящемуся в зоне внешнего электромагнитного поля.

### Условия формирования цепи

Условия формирования наведенных зарядов разнообразны. Наведенные заряды формируются на объемных металлических предметах, находящихся в зоне действия электромагнитных полей. Под действием внешнего поля на поверхности проводящего предмета устанавливается такое распределение зарядов, при котором суммарное поле внутри проводника равно нулю. Время релаксации электрических зарядов в металлах –  $10^{-18}$  –  $10^{-16}$  с, поэтому равновесное распределение зарядов на металлических телах практически без инерционно воспроизводит изменения внешнего поля. Вектор индукции внешнего поля связывает заряд определенного знака. Равный по величине заряд противоположного знака становится свободным и обуславливает возникновение отличного от нуля потенциала в целом незаряженного тела. При исчезновении внешнего поля индуцированные заряды взаимно компенсируются.



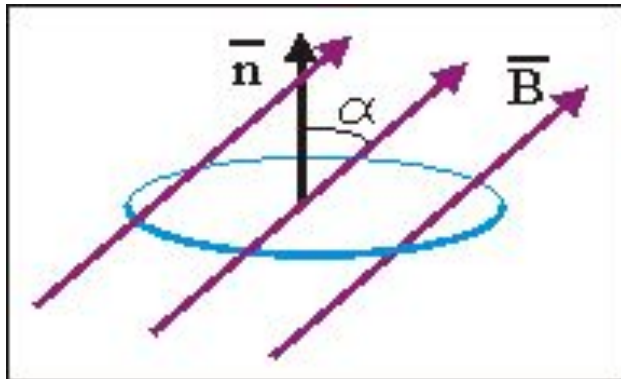
# Электробезопасность

## Наведенный заряд

В линейных металлических предметах, находящихся в зоне высокочастотного электромагнитного поля, по закону электромагнитной индукции возникает электродвижущая сила, значение которой может достигать 1000В. Наведенный заряд формируется также под влиянием паразитных емкостных связей.

### Возможные последствия воздействия наведенного заряда

Формы проявления наведенных зарядов достаточно разнообразны. Опасные последствия – вторичные травмы, ожог искровым (дуговым) разрядом, пожар при воспламенении топлива.





# Электробезопасность

## Заряд статического электричества

### Условия формирования цепи

Заряды статического электричества образуются при перемещении (трении) твердых, жидких или газообразных диэлектриков относительно других проводящих или непроводящих ток материалов.

### Схема включения человека в цепь

В этом режиме человек прикасается к металлическому предмету, изолированному от земли, или к конструкции из изоляционного материала, несущим заряд статического электричества. Возможен также режим прикосновения к заземленной металлической конструкции, когда человек находится на полу из изоляционного материала и сам несет заряд статического электричества.

### Возможные последствия действия статического электричества

Возможность формирования зарядов статического электричества существенно увеличилась с массовым применением пластических материалов (трубопроводы, покрытие полов и пр.), обладающих высоким сопротивлением.



# Электробезопасность

## Заряд статического электричества

### Основные виды разрядов статического электричества:

- а) **разряды между проводящими телами** - формируются в результате электризации и накопления заряда на изолированных проводящих телах (человек, металлическая тара для жидкостей и сыпучих материалов, транспортные средства на резиновых шинах, гребные валы на судах и пр.);
- б) **разряды с заряженного диэлектрика на проводящие конструкции** (резиновые либо пластмассовые резервуары; бочки и канистры для хранения и транспортировки нефтепродуктов и сыпучих материалов; диэлектрические трубы, по которым перемещаются эти материалы, и т.п.);
- в) **коронирование диэлектриков** – разряд, обусловленный разностью потенциалов между внутренней и наружной поверхностями конструкции (трубы для транспортировки жидких и сыпучих материалов, пневмотранспортные трубопроводы);
- г) **разряды в следе скольжения** – возникают в процессе электризации твердых поверхностей путем трения.

### Защитные мероприятия

Защита обеспечивается путем формирования цепей для снятия зарядов статического электричества (заземление металлоконструкций, снижение омического сопротивления изоляционных материалов путем введения в них проводящих примесей, периодического обливания изоляционных конструкций проводящими жидкостями и т.п.).



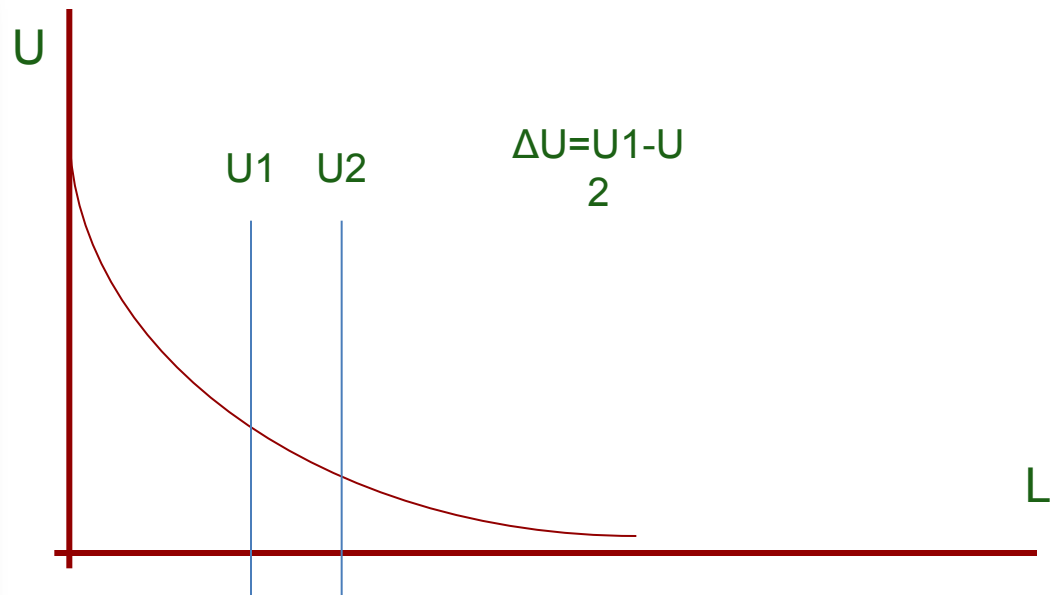
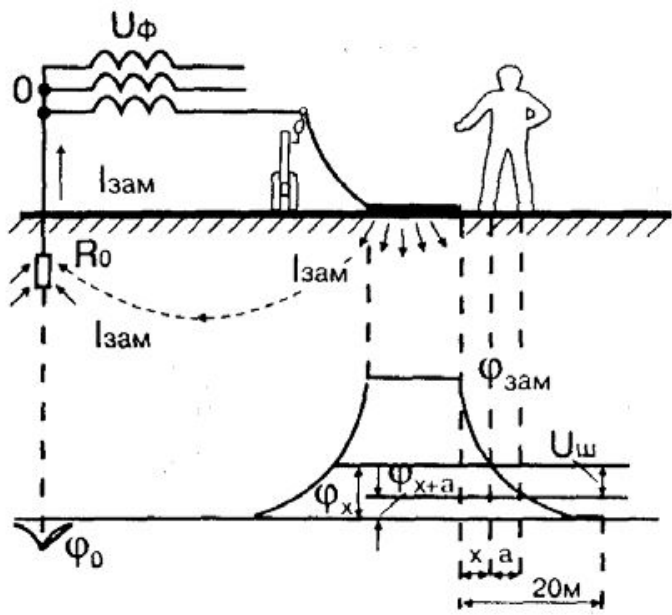
# Электробезопасность

## Напряжение шага

Напряжением шага называется разность потенциалов двух точек поверхности земли, на которых находится человек, при этом в расчетах ширина шага принимается равной  $a = 0,8$  м.

### Схема включения человека в цепь

Действию напряжения шага человек подвергается в зоне растекания тока, то есть на поверхности земли вблизи места замыкания на землю.







# Электробезопасность

## Напряжение шага

### Условия формирования цепи

В зоне растекания тока, в соответствии с выражением  $\phi(x) = k/x$ , различны потенциалы всех точек на поверхности земли.

### Возможные последствия действия напряжения шага

Напряжение шага зависит от двух основных факторов - максимального потенциала в зоне растекания тока  $\phi_{\text{зам}}$  и удаления человека от места замыкания ( $x$ ).

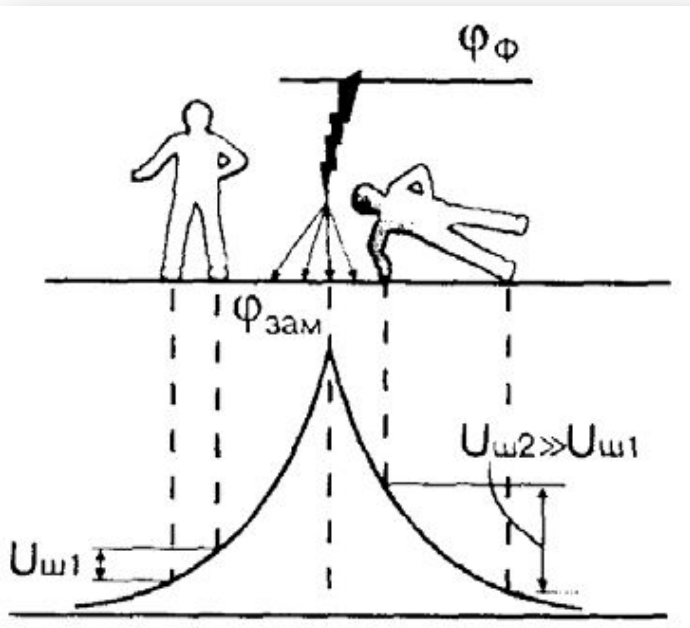


Рисунок 1.6.

Напряжение шага человека (зависимость от основных факторов).



# Электробезопасность

## Напряжение шага

В наиболее удаленных точках зоны растекания тока напряжение шага невелико, а ток через тело человека протекает по пути «нога-нога». По мере возрастания напряжения шага при приближении человека к месту замыкания ток возрастает и может в итоге достичь значения порогового не отпускающего тока.

В результате судорожной реакции человек падает, при этом размер «шага» увеличивается с соответствующим возрастанием значения напряжения шага, а в цепь тока включается область сердца.

Так без видимых внешних причин может наступить летальный исход.

**Наиболее безопасное расстояние – более 8 метров**





# Электробезопасность

## Электрический пробой воздушного промежутка

### Схема включения человека в цепь

Эта схема поражения током характерна для высоковольтных цепей. В равномерном электрическом поле электрическая прочность воздушного промежутка равна 3-4 кВ/мм в зависимости от влажности воздуха, то есть электрический пробой воздушного промежутка размером 1 мм происходит при напряжении 3-4 кВ между обкладками конденсатора.

Когда человек той или иной частью тела приближается к высоковольтной токоведущей части, в воздушном зазоре также формируется электрическое поле, но это поле неравномерное, типа игла-плоскость либо игла-линия. Электрическая прочность воздушного промежутка в неравномерном поле существенно ниже, она может уменьшаться до значения 4 кВ/см.



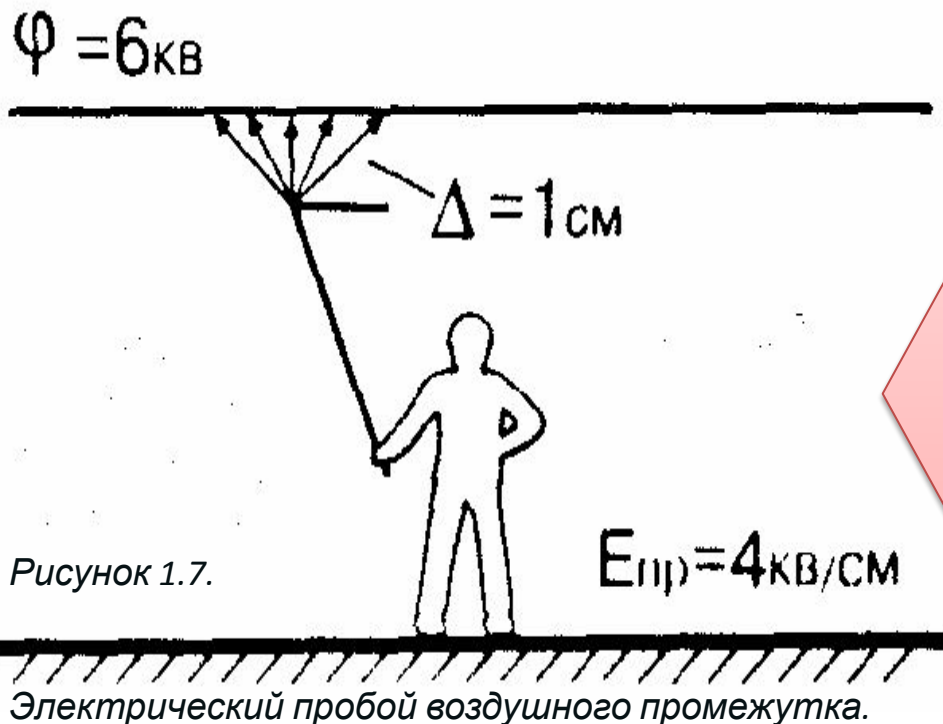


# Электробезопасность

## Электрический пробой воздушного промежутка

### Условия формирования цепи

Пусть человек проник в трансформаторную будку 6/0,38 кВ и приблизил палец к токоведущей части, находящейся под потенциалом 6 кВ. Потенциал тела человека равен потенциалу земли (ноль), поэтому разность потенциалов в воздушном зазоре «палец - токоведущая часть» составляет 6 кВ.



При таком напряжении происходит электрический пробой воздушного промежутка и формируется дуговой разряд. При неблагоприятных условиях, когда цепь тока не прерывается, термическую травму завершает биологическое поражение током.

### Возможные последствия пробоя воздушного промежутка

При дуговом разряде (ожоге дугой) разрушаются кожные покровы, мышечная и костная ткани.



# Электробезопасность

Средства 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	Выбор изоляции 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	Выбор защит от случайного прикосновения к токоведущим частям: <ul style="list-style-type: none"><li>- ограждения, блокировки;</li><li>- расположение токоведущих частей на недоступной высоте;</li><li>- защитное отключение, реагирующее на прикосновение человека к токоведущим частям.</li></ul>



# Электробезопасность

Средства электробезопасности делят на технические и защитные

## Технические средства электробезопасности

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**

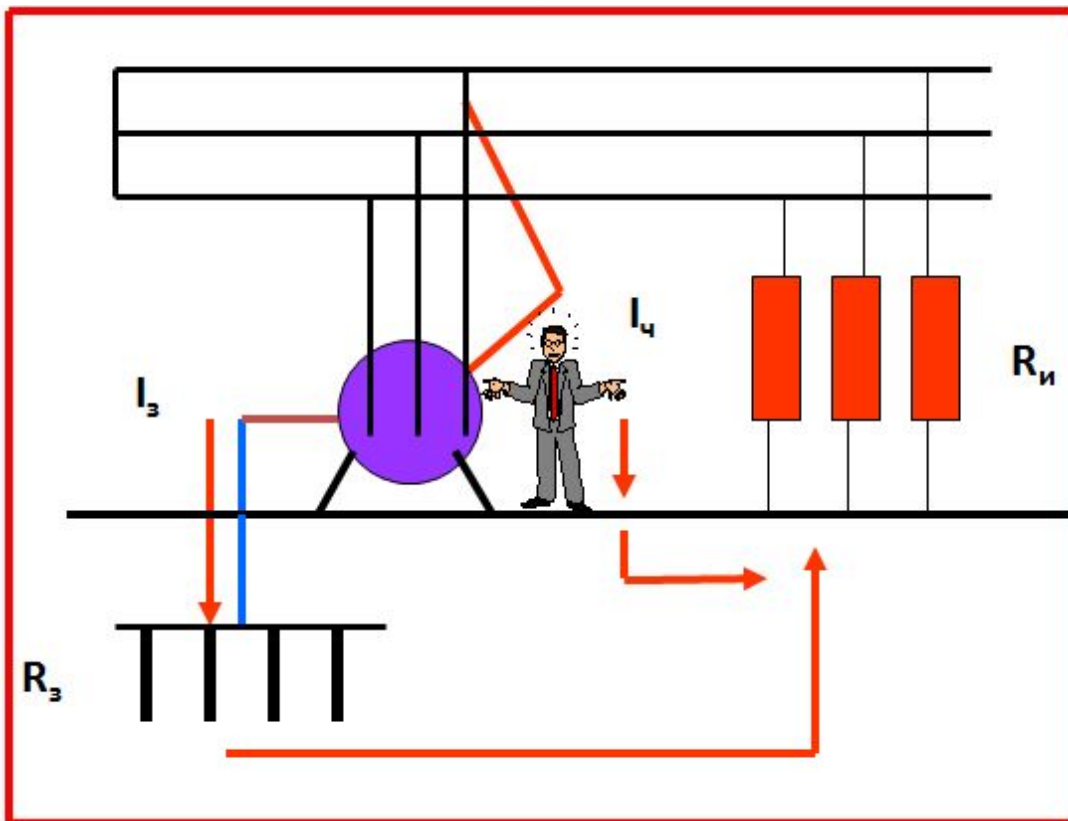
**Защитное отключение**



# Электробезопасность

## Защитное заземление

**Защитное заземление** - это преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством. 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 до 1000 В.

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

В параллельных ветвях токи обратно пропорциональны сопротивлениям

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

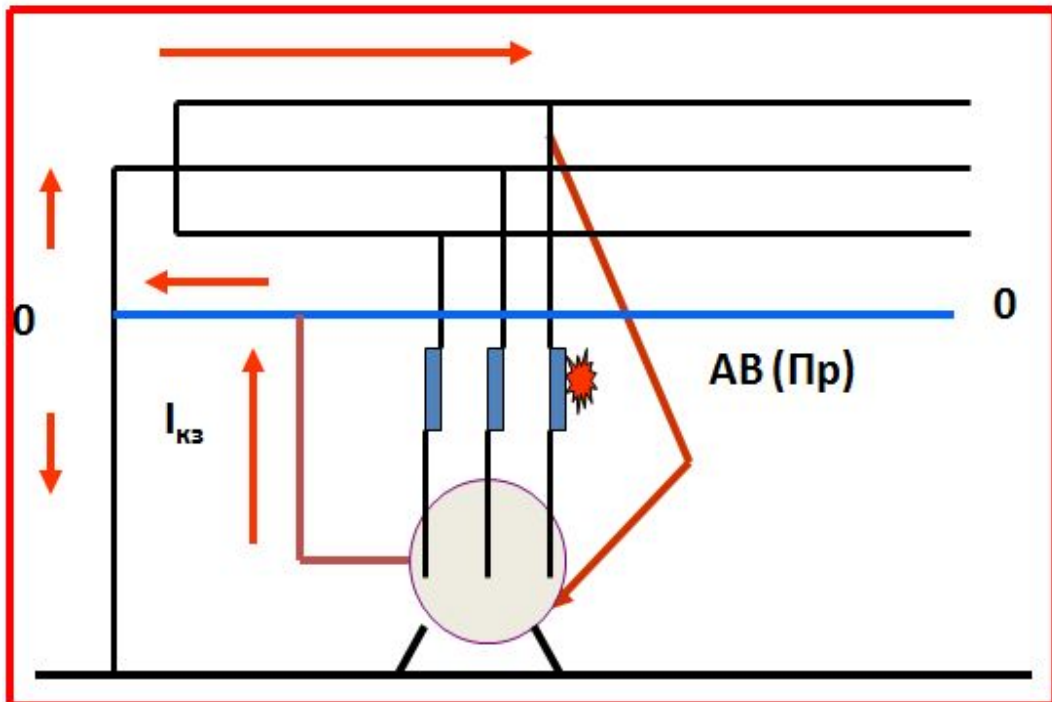
где  $R$  - суммарное сопротивление человека, обуви и пола, Ом



# Электробезопасность

## Зануление

**Зануление** - это преднамеренное электрическое соединение открытых проводящих частей электроустановок, не находящихся в нормальном состоянии под напряжением, с глухозаземленной нейтральной точкой генератора или трансформатора, в сетях трехфазного тока; с глухозаземлённым выводом источника однофазного тока; с заземлённой точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности



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





# Электробезопасность

## Защитное отключение

**Устройство защитного отключения (УЗО)** - вид защиты от поражения током в электроустановках, обеспечивающей автоматическое отключение всех фаз аварийного участка сети. Быстродействующая защита, реагирующая на замыкание фазы на корпус, на землю, на прикосновение человека.

Характеристики **УЗО**: уставка и время срабатывания (0,05 - 0,2 с.). Применяется как самостоятельное средство защиты и в комплексе с заземлением или занулением.

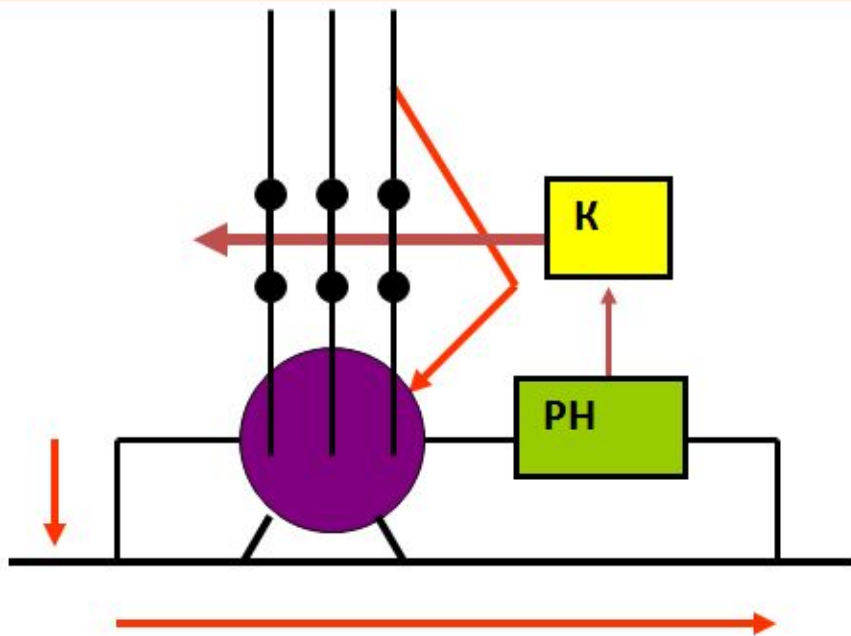


Схема УЗО, реагирующая на изменение напряжения корпуса относительно земли

При пробое фазы на корпус срабатывает реле напряжения (**РН**), настроенное на определённую уставку, и установка отключается контактором (**К**).

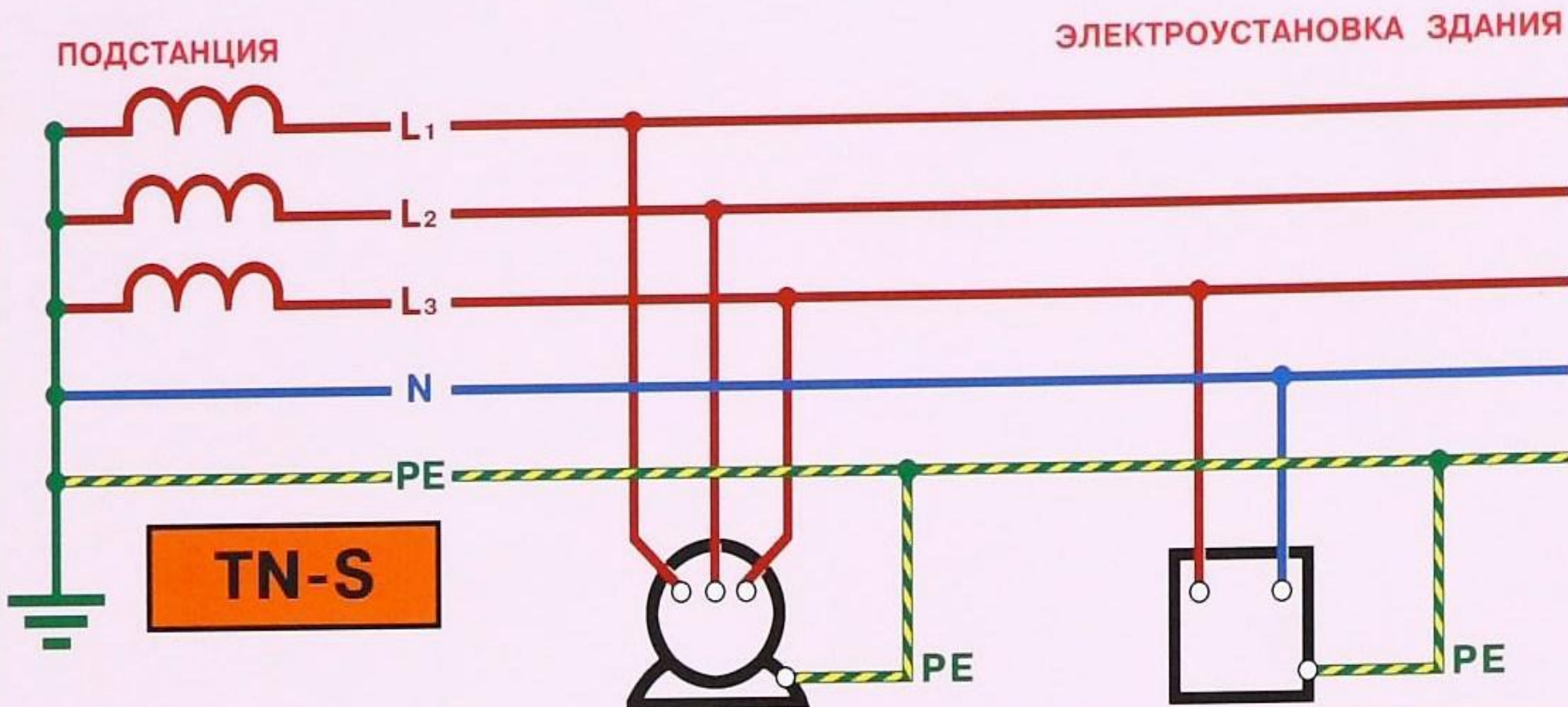


# Электробезопасность

Схемы систем TN-S, TN-C, TN-C-S, TT и IT в электроустановках трехфазного тока

## TN-S система заземления

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно по всей системе



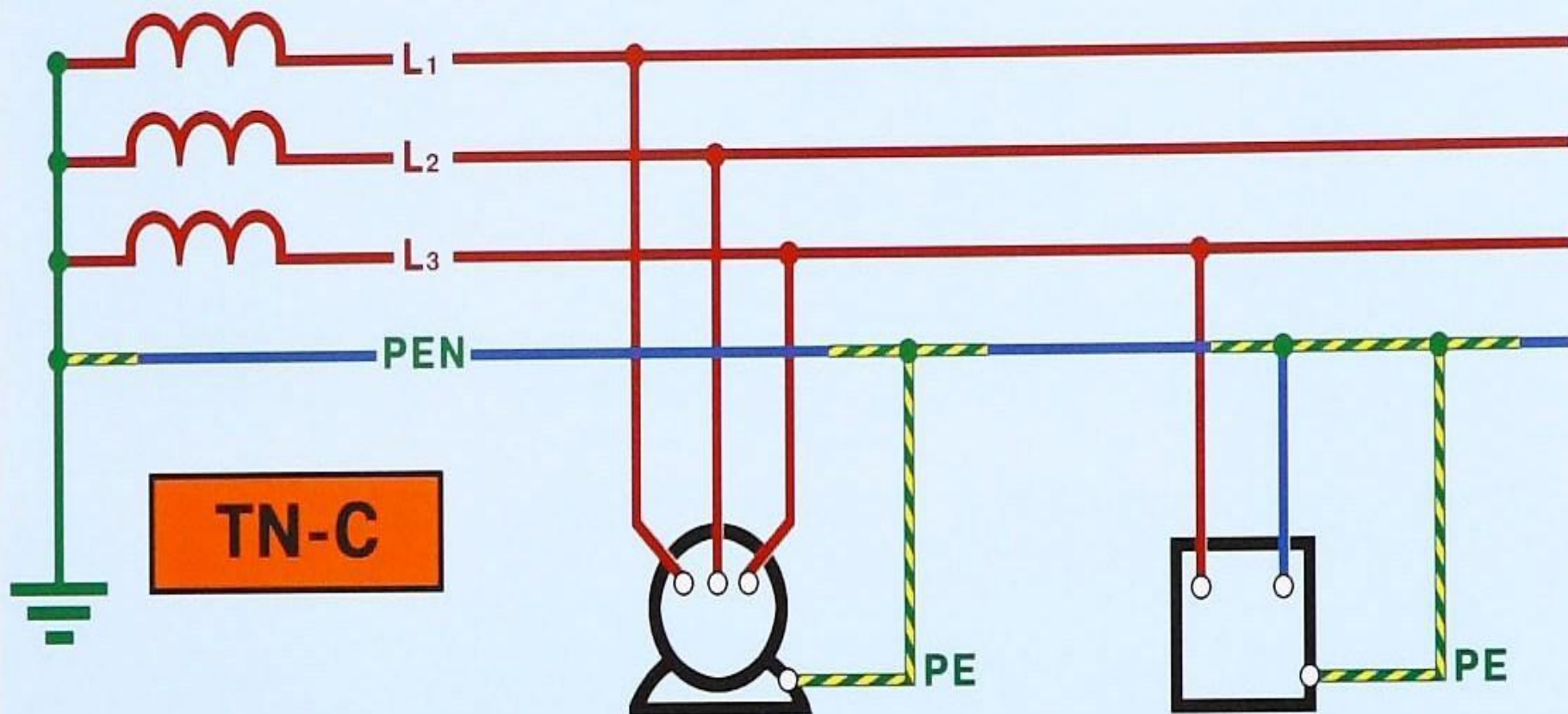


# Электробезопасность

Схемы систем TN-S, TN-C, TN-C-S, TT и IT в электроустановках трехфазного тока

## TN-C система заземления

Функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике по всей сети

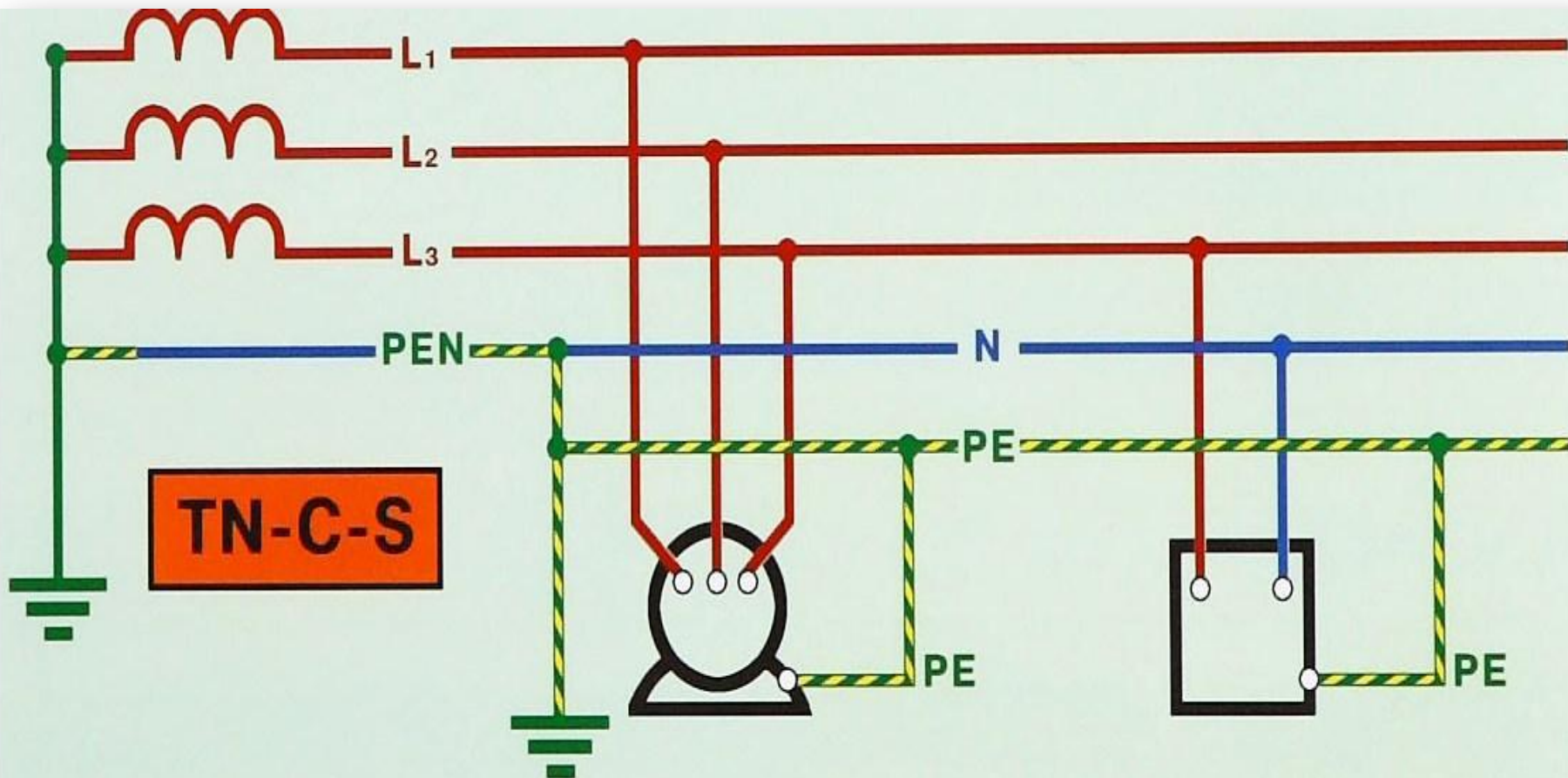




# Электробезопасность

## TN-C-S система заземления

Функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике в части сети



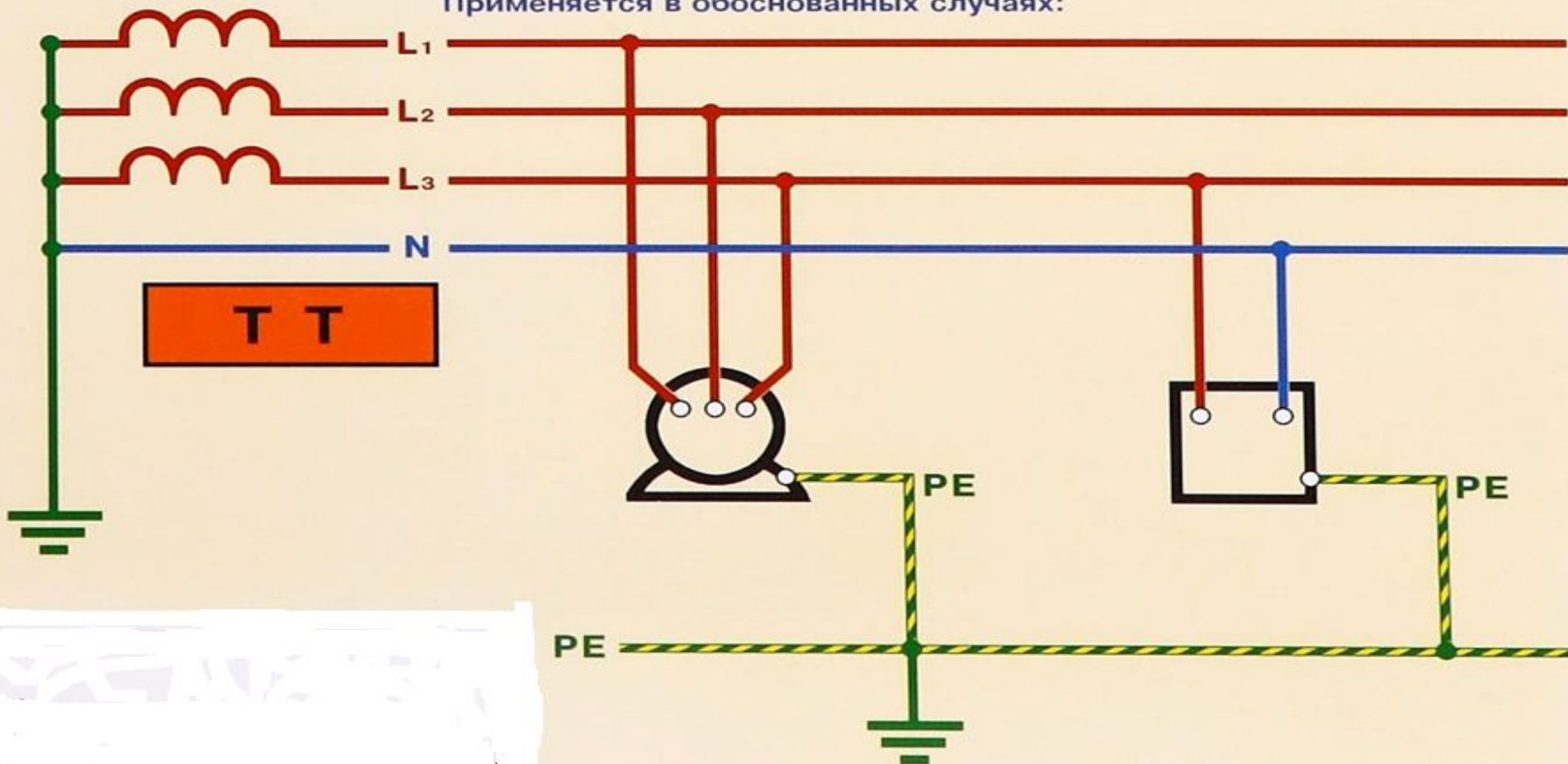


# Электробезопасность

## ТТ система заземления

Система с глухозаземленной нейтралью с непосредственным присоединением открытых проводящих частей к земле (защитное заземление)

Применяется в обоснованных случаях:

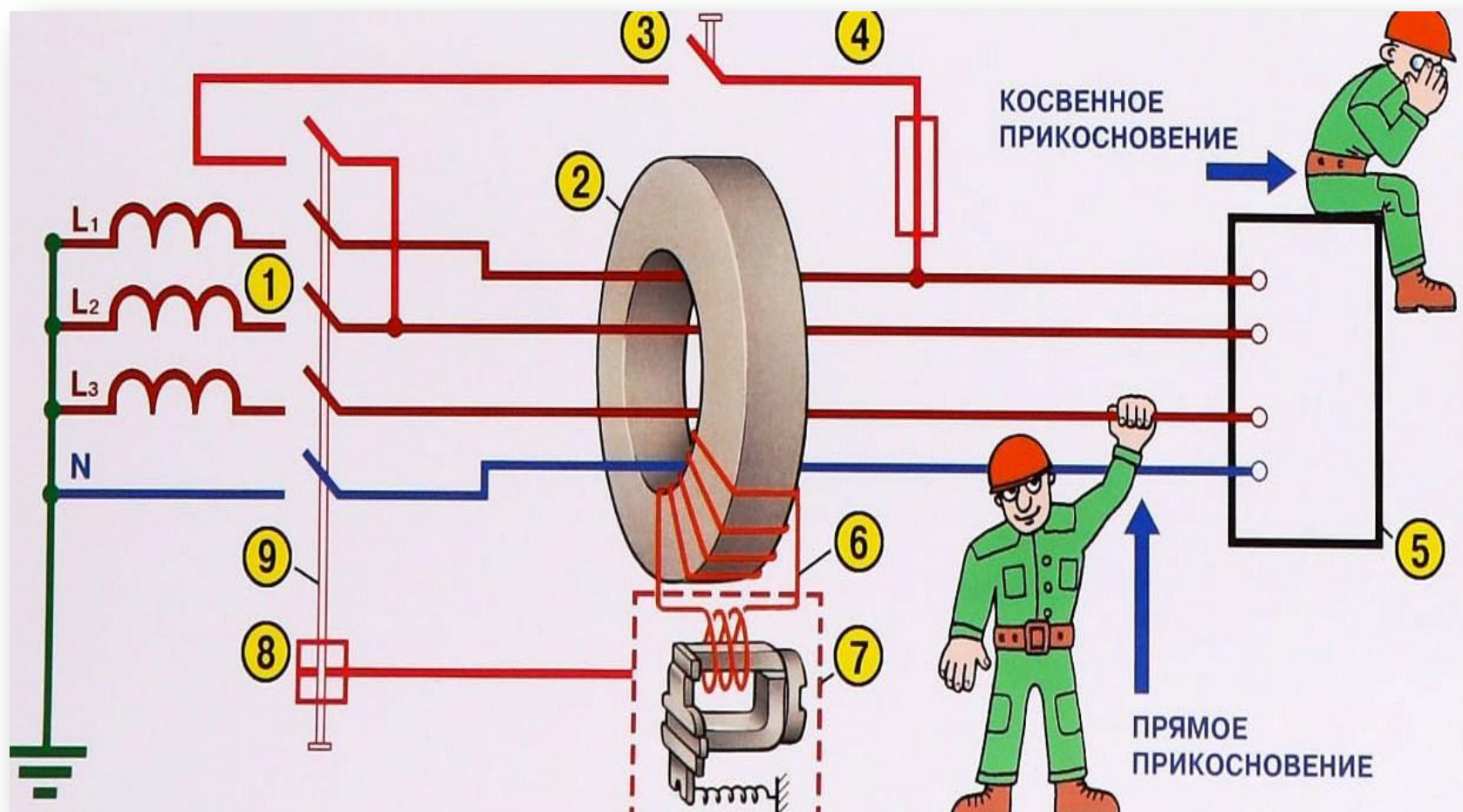




# Электробезопасность

## ТТ система заземления

Подключение трехфазного устройства защитного отключения, которое реагирует на дифференциальный ток

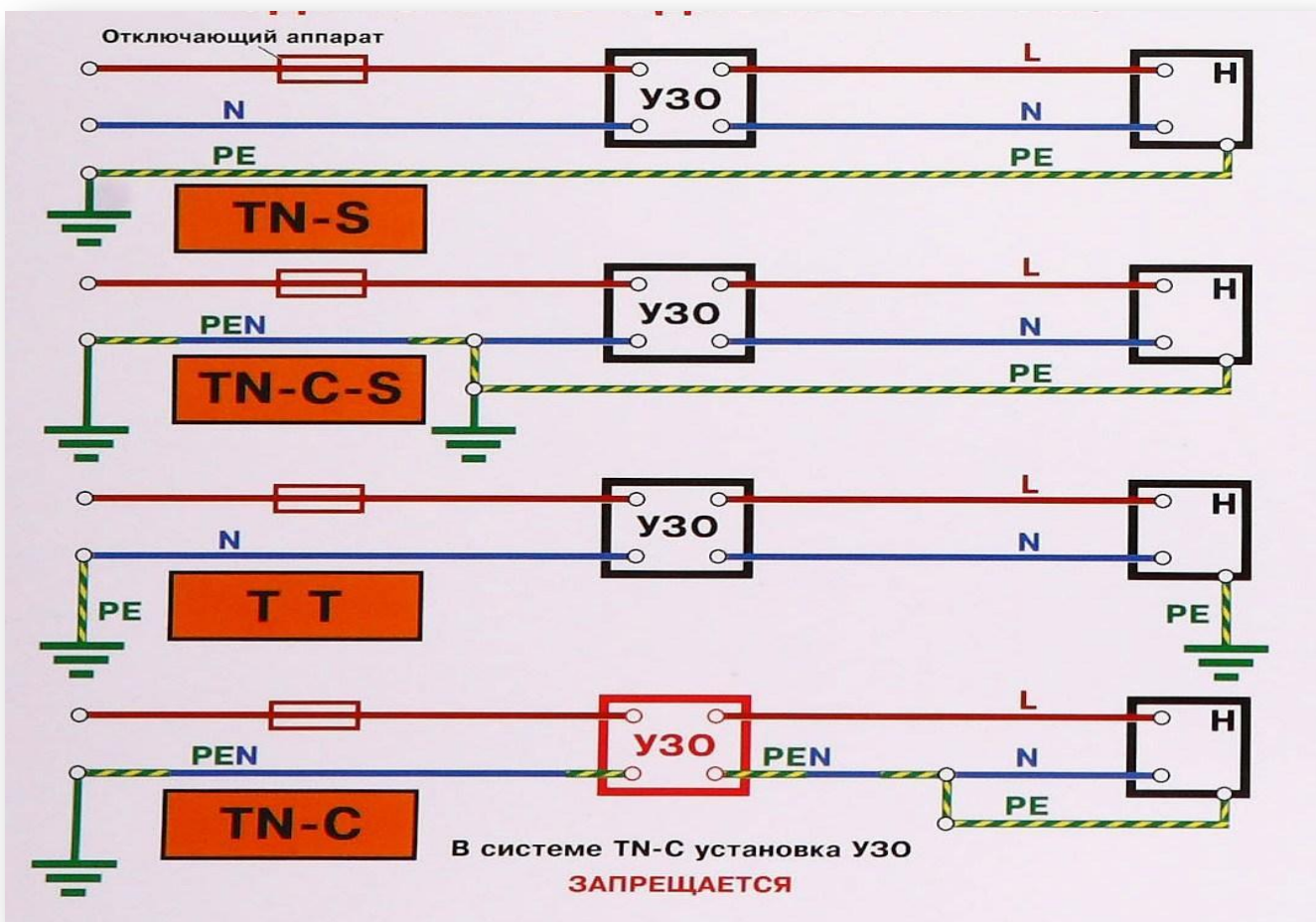




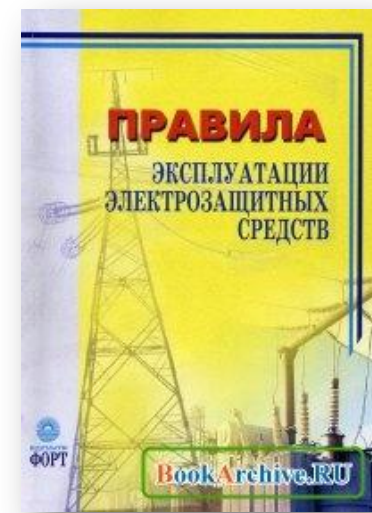
# Электробезопасность

## Устройство защитного отключения

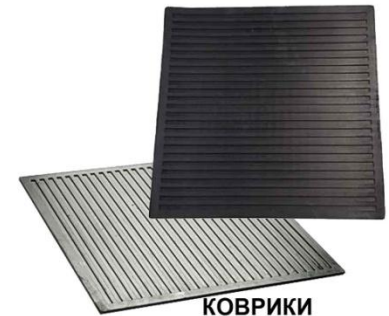
Подключение однофазного устройства защитного отключения, которое реагирует на дифференциальный ток



# Электрозащитные средства



**БОТЫ**  
диэлектрические



**КОВРИКИ**  
диэлектрические



**ПЕРЧАТКИ**  
диэлектрические



**НОЖНИЦЫ**  
диэлектрические





# Электробезопасность



## Классификация электрозащитных средств

При обслуживании электроустановок должны применяться средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитных средств), от воздействия электрического поля, а также средства индивидуальной (далее - СИЗ) и коллективной защиты по ГОСТ 12.4.011.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

### Основные электрозащитных средств для работы в электроустановках

#### До 1000 В включительно

Изолирующие штанги  
Изолирующие клещи  
Электроизмерительные клещи  
Указатели напряжения  
Диэлектрические перчатки  
Инструмент с изолирующим покрытием

#### Свыше 1000 В

Изолирующие штанги всех видов  
Изолирующие клещи  
Электроизмерительные клещи  
Указатели напряжения  
Устройства для создания безопасных условий труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках (указатели напряжения для фазировки, указатели повреждения кабелей и др..)



# Электробезопасность

## Дополнительные электрозащитных средств для работы в электроустановках

До 1000 В включительно

Диэлектрическая обувь  
Диэлектрические ковры  
Изолирующие подставки  
Изолирующие накладки  
Изолирующие колпаки  
Сигнализаторы напряжения  
Защитные ограждения (щиты, ширмы)  
Переносные заземления  
Плакаты и знаки безопасности  
Другие средства защиты

Свыше 1000 В

Диэлектрические перчатки  
Диэлектрическая обувь  
Диэлектрические ковры  
Изолирующие подставки  
Изолирующие накладки  
Изолирующие колпаки  
Штанги для переноса и выравнивания потенциала  
Сигнализаторы напряжения  
Защитные ограждения (щиты, ширмы)  
Переносные заземления  
Плакаты и знаки безопасности  
Другие средства защиты

К средствам защиты от воздействия электрических полей напряженностью, превышающей допустимую для пребывания работников в электрическом поле без средств защиты, по ГОСТ 12.1.002 относятся индивидуальные экранирующие комплекты, которые необходимо применять при выполнении работ на потенциале провода ВЛ и на потенциале земли в ВРУ и на ВЛ, а также съемные и переносные экранирующие устройства и плакаты безопасности.



# Электробезопасность



## Электрозащитные средства

Кроме приведенных в таблицах средств защиты в электроустановках должны применяться следующие СИЗ:

- Защитные каски - для защиты головы;
- Защитные очки и щитки - для защиты глаз и лица;
- Противогазы и респираторы - для защиты органов дыхания;
- Рукавицы - для защиты рук;
- Предохранительные пояса и страховочные канаты.





# Электробезопасность

## Плакаты и знаки безопасности

Плакаты и знаки безопасности служат для предупреждения об опасности поражения электрическим током, для запрещения контактов с коммутационной аппаратурой, для определения места работы и т. п. Плакаты выполняются переносными и подразделяются на предупреждающие, запрещающие, предписывающие и указательные. Знаки выполняются **постоянными**



Плакаты и знаки рекомендуется изготавливать из электроизоляционных материалов (текстолита, гетинакса, полистирола и др.). Для открытых электроустановок допускается применение плакатов из металла. В электроустановках с крупногабаритным оборудованием размеры плакатов разрешается увеличивать в отношении 2:1, 4:1 и 6:1 к размерам, приведенным в тексте



# Электробезопасность

## Предупреждающие плакаты



*Плакат «Стой.  
Напряжение»*

**Плакат «Стой. Напряжение»** служит для предупреждения об опасности поражения электрическим током. Применяется в электроустановках электростанций и подстанций напряжением до и выше 1000 В. В ЗРУ его вывешивают на временных ограждениях токоведущих частей, находящихся под рабочим напряжением (если снято постоянное ограждение); на временных ограждениях проходов, куда нельзя заходить; на постоянных ограждениях камер, соседних с рабочим местом. В ОРУ плакаты вывешивают при работах, выполняемых с земли, на канатах и шнурах, ограждающих рабочее место; на конструкциях, вблизи рабочего места на пути к ближайшим токоведущим частям, находящимся под напряжением.



# Электробезопасность

## Предупреждающие плакаты



Плакат  
«Не влезай.  
Убьет!»

Плакат **«Не влезай. Убьет!»** служит для предупреждения об опасности подъема по конструкциям, при котором возможно приближение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Вывешивают в РУ на конструкциях, соседних с предназначенной для подъема персонала к рабочему месту, расположенному на высоте



# Электробезопасность

## Предупреждающие плакаты



**ИСПЫТАНИЕ  
ОПАСНО  
ДЛЯ ЖИЗНИ**

*Плакат  
«Испытание. Опасно  
для жизни»*

Плакат **«Испытание. Опасно для жизни»** служит для предупреждения об опасности поражения электрическим током при проведении испытаний повышенным напряжением. Его вывешивают надписью наружу на оборудовании и ограждениях токоведущих частей при подготовке рабочего места для проведения испытаний повышенным напряжением.



# Электробезопасность

## Запрещающие плакаты

Служат для запрещения действия с коммутационными аппаратами, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на место работ. Плакаты выполняют размерами 240x130 (80x50) мм.

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ**  
www.pf-trudovik.ru  
**работают люди**

*Плакат  
«Не включать. Работают  
люди»*

Плакат **«Не включать. Работают люди»** служит для запрещения подачи напряжения на рабочее место. Его используют в электроустановках напряжением до и выше 1000 В. Плакат вывешивают на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, на ключах и кнопках дистанционного управления, на коммутационной аппаратуре до 1000 В (автоматах, рубильниках, выключателях), при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на рабочее место. На присоединениях напряжением до 1000 В, не имеющих в схеме коммутационных аппаратов, плакат вывешивают у снятых предохранителей.





# Электробезопасность

## Предупреждающие плакаты

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ  
работа на линии**

*Плакат  
«Не включать.  
Работа на линии»*

Плакат «Не включать. Работа на линии» служит для запрещения подачи напряжения на линию, на которой работают люди. Область применения та же, что и предыдущего, но вывешивают на приводах, ключах и кнопках управления тех коммутационных аппаратов, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на воздушную или кабельную линию, на которой работают люди.



# Электробезопасность

## Предупреждающие плакаты

**НЕ ОТКРЫВАТЬ  
РАБОТАЮТ ЛЮДИ**

*Плакат  
«Не открывать.  
Работают люди»*

Плакат «Не открывать. Работают люди» служит для запрещения подачи сжатого воздуха или газа. Он применяется в электроустановках электростанций и подстанций. Его вывешивают на вентилях и задвижках: воздухопроводов к воздухоборникам и пневматическим приводам выключателей и разъединителей, при ошибочном открытии которых может быть подан сжатый воздух на работающих людей или приведен в действие выключатель или разъединитель, на котором работают люди; водородных, углекислотных и прочих трубопроводов, при ошибочном открытии которых может возникнуть опасность для работающих людей.



# Электробезопасность

## Предписывающие плакаты

Служат для указания работающему персоналу места, подготовленного к работе, или безопасного доступа к нему. Эти плакаты выполняют размерами 250x250 и 100x100 мм.

### *Плакат «Работать здесь»*

**РАБОТАТЬ  
ЗДЕСЬ**

Плакат «Работать здесь» служит для указания рабочего места. Он применяется в электроустановках электростанций и подстанций. Его вывешивают на рабочем месте. В ОРУ при наличии ограждений рабочего места вывешивают в месте прохода за ограждение.



# Электробезопасность

## Предписывающие плакаты

**Влезать  
здесь**

*Плакат  
«Влезать здесь»*

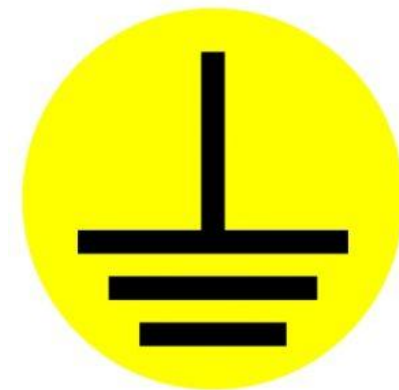
Служит для указания безопасного пути подъема к рабочему месту, расположенному на высоте. Его вывешивают на конструкциях или стационарных лестницах, по которым разрешен подъем к расположенному на высоте рабочему месту.



# Электробезопасность

Указывающий плакат

**ЗАЗЕМЛЕНО**



*Плакат «Заземлено»*

Указывает на недопустимость подачи напряжения на заземленный участок электроустановки. Его размеры 240x130 и 80x50 мм. Он вывешивается в электроустановках электростанций и подстанций на приводах к разъединителям, отделителям и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок электроустановки, а также на ключах и кнопках дистанционного управления ими.



## Первая помощь при поражении электрическим током



Первая помощь при поражении электрическим током - это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего, осуществляемых не медицинскими работниками или самими пострадавшими



Основными условиями успеха при оказании первой помощи пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях являются быстрота действий, находчивость и умение подающего помощь. Эти качества могут быть выработаны соответствующими тренировочными упражнениями приобретением навыков. Одного знания Правил недостаточно.





## Первая помощь при поражении электрическим током



*Спасение пострадавшего от электрического тока в большинстве случаев зависит от быстроты освобождения его от действия тока, а также быстроты и правильности оказания пострадавшему первой помощи. Промедление и длительная подготовка могут повлечь за собой гибель пострадавшего.*



**Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения, пульса.**

При поражении электрическим током смерть часто бывает кажущейся, вследствие чего решить вопрос о целесообразности или бесполезности дальнейших мероприятий по оживлению пострадавшего и вынести заключение о его смерти имеет право только врач.





## Первая помощь при поражении электрическим током



Весь персонал, обслуживающий электроустановки, должен периодически проходить инструктаж об опасности поражения электрическим током и способах оказания первой помощи пострадавшим, а также практическое обучение приемам освобождения от электрического тока, способам производства искусственного дыхания и наружного (непрямого) массажа сердца. Занятия должны проводиться компетентными лицами медицинского персонала совместно с техническим персоналом. Организация обучения должна лежать на ответственности начальника соответствующего цеха, электростанции, участка сети или подстанции, предприятия.



В местах постоянного дежурства должны иметься:

1) набор (аптечка) необходимых приспособлений и средств для оказания первой помощи;

2) плакаты о правилах подачи первой помощи, производства искусственного дыхания и наружного массажа сердца, вывешенных на видных местах.







## Первая помощь при поражении электрическим током



Для правильной организации работ по оказанию первой помощи необходимо обеспечить выполнение следующих условий:

**1** На каждом предприятии, в цехе, участке сети и др. должны быть назначены лица (в каждой смене), в обязанности которых должна лежать ответственность за систематическое пополнение и состояние приспособлений и средств для оказания первой помощи, хранящихся в аптечках и сумках первой помощи



**2** В каждой смене должны быть назначены и обучены лица для оказания первой помощи, на этих же лиц целесообразно возложить также ответственность за состояние в их смене указанных выше аптечек и сумок

**3** Медицинский персонал, обслуживающий данное предприятие, должен осуществлять строгий периодический контроль за правильностью применения правил оказания первой помощи, своевременным и обязательным направлением пострадавшего в медицинский пункт, а также за состоянием и своевременным пополнением аптечки и сумок необходимыми приспособлениями и средствами для оказания первой помощи





## Первая помощь при поражении электрическим током



**4** Помощь пострадавшему, оказываемая неспециалистом, не должна заменять собой помощи со стороны медицинского персонала и должна оказываться лишь до прибытия врача, эта помощь должна ограничиваться строго определенными видами:

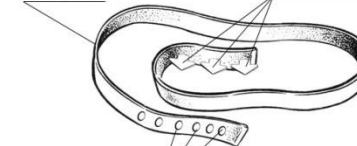
- временная остановка кровотечения;
- перевязка раны и ожога;
- иммобилизация перелома - неподвижная повязка;
- оживляющие мероприятия;
- переноска и перевозка пострадавшего;



**5** Аптечка с набором для оказания первой помощи, находящаяся в цехе, или сумка первой помощи, находящаяся у бригадира, в условиях работы вне территории предприятия должна содержать медицинские средства и медикаменты

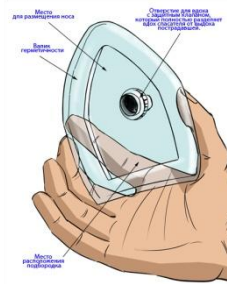


Лента жгута.  
Ее легко порвать руками.  
Контакт с кожей при ее растяжении  
часто приводит к удлинению  
и некрозу кожи.



Отверстия для кнопок.  
Постоянное место разрывов.

Кнопки-застежки.  
Крайне неудобный и ненадежный  
способ фиксации жгута.  
При неосторожном обращении  
могут нанести травмы лица и глаз.





## Первая помощь при поражении электрическим током



### Этапы освобождения от действия электрического тока

**Первая помощь состоит из двух этапов:**

#### Этап первый

– освобождения пострадавшего от действия тока



2



#### Этап второй

– оказания ему доврачебной медицинской помощи

Очень важно как можно быстрее освободить пострадавшего от действия тока и сразу же приступить к оказанию ему медицинской помощи так как исход поражения зависит от длительности прохождения тока через человека.



## Первая помощь при поражении электрическим током



### Освобождение от электрического тока

Часто оказывается, что пострадавший продолжает находиться в контакте с токоведущей частью и не может самостоятельно нарушить этот контакт, т. е. прервать проходящий через него ток.

Причинами этого могут быть:

- непроизвольное судорожное сокращение мышц, которое пострадавший не может преодолеть;
- паралич конечностей и иных участков тела вследствие поражения нервной системы;
- тяжелая механическая травма;
- потеря сознания.





## Первая помощь при поражении электрическим током



### Освобождение от электрического тока

Выключение человека из цепи протекания тока можно осуществить разными способами, но первое действие для освобождения пострадавшего от тока - быстрое отключение той части электроустановки, которой он касается! Отключение электроустановки производится с помощью ближайшего рубильника, выключателя, а также путём снятия или вывёртывания предохранителей, разъёмов.



Если пострадавший находится на высоте, то отключение напряжения может вызвать его падение. Надо принять меры, обеспечивающие его безопасность! Может одновременно погаснуть свет. В этом случае надо использовать другой источник света или аварийное освещение.



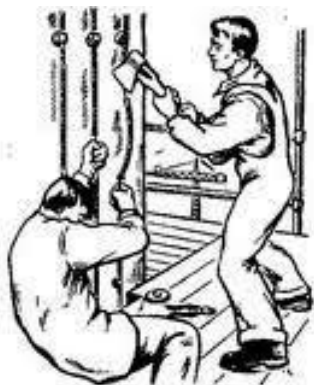
## Первая помощь при поражении электрическим током



### Освобождение от электрического тока

При невозможности быстрого отключения установки (из-за удалённости, недоступности выключателя) принимают иные меры освобождения от электрического тока:

- перерубить провода (сухая ручка у топора);
- вызвать автоматическое отключение электроустановки;
- отделить пострадавшего от токоведущих частей.



Многое зависит от находчивости. Но во всех случаях оказывающий помощь не должен сам попасть под напряжение.



## Первая помощь при поражении электрическим током



### Освобождение от электрического тока

При напряжении меньше 1000 В можно:

- рубить провода;
- перекусить их инструментом с изолированными рукоятками (если использовать обычный нож, надо надеть диэлектрические перчатки и галоши).



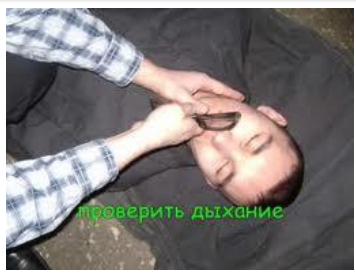
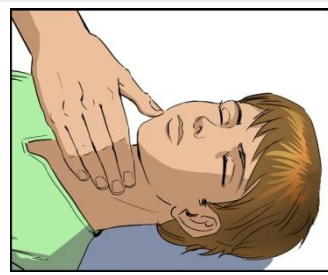
Перерубать провода надо каждый в отдельности; оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за его одежду. Нельзя касаться тела пострадавшего, сырой одежды и окружающих металлических предметов. Надо действовать одной рукой, другую в карман или за спину. Если касаться тела надо надеть диэлектрические перчатки или обмотать руки сухой тряпкой. Можно накинуть на пострадавшего сухо пиджак, коврик и др. Себя можно изолировать, встав на коврик, подставку, надев галоши. Можно отбросить провод сухой палкой.



# Первая помощь при поражении электрическим током



## Универсальная схема оказания первой помощи на месте происшествия



1 Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии – **ПРИСТУПИТЬ К РЕАНИМАЦИИ.**

2 Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии – **ПОВЕРНУТЬ НА ЖИВОТ И ОЧИСТИТЬ РОТОВУЮ ПОЛОСТЬ.**



3 При артериальном кровотечении – **НАЛОЖИТЬ ЖГУТ.**





## Первая помощь при поражении электрическим током



### Универсальная схема оказания первой помощи на месте происшествия



4 При наличии ран – **НАЛОЖИТЬ ПОВЯЗКИ.**

5 Если есть признаки переломов костей конечностей – **НАЛОЖИТЬ ТРАНСПОРТНЫЕ ШИНЫ.**



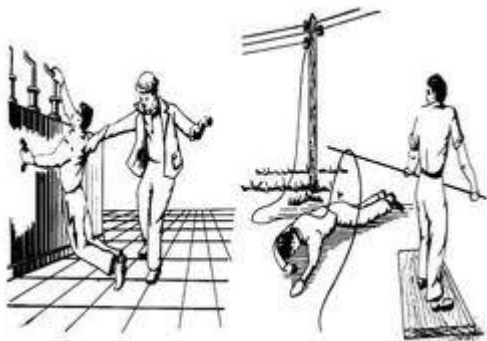


## Первая помощь при поражении электрическим током



### Особенности оказания первой помощи при поражении электрическим ТОКОМ

#### Первая особенность



**Обязательно обесточить место происшествия и соблюдать все меры собственной безопасности.**

***Погибший спасатель - не редкость в случаях поражения током.***



#### Вторая особенность



**В случае клинической смерти обязательно нанести прекардиальный удар.**

**Даже произвол чиновников, запрещающих его использование, не может повлиять на эффективность прекардиального удара. После поражения электрическим током семь из десяти в состоянии клинической смерти **оживают.****



## Первая помощь при поражении электрическим током



### Особенности оказания первой помощи при поражении электрическим ТОКОМ

#### Третья особенность

Проводить реанимацию до появления признаков биологической смерти.



Высыхание роговицы «селедочный блеск»



Деформация зрачка «кошачий зрачок»



Трупные пятна

Не следует сбрасывать со счетов развитие «электрической летаргии», когда спустя несколько часов, и даже суток, мнимые умершие без признаков биологической смерти (высыхание роговицы, деформация зрачка и трупные пятна) возвращались к жизни.



## Первая помощь при поражении электрическим током



### Правила освобождения пострадавшего от действия электрического тока при напряжении свыше 1000 В

#### Правило первое

При нахождении в распределительном устройстве сначала отключить электрооборудование.

#### Правило второе

При нахождении под ЛЭП или перед оказанием помощи пострадавшему на опоре надеть диэлектрические перчатки и боты или галоши не ближе, чем **за 8 метров** от касания провода земли.

#### Правило третье

Взять изолирующую штангу или изолирующие клещи. Если нет диэлектрических бот или галош, к пострадавшему можно приблизиться «гусиным шагом».

#### Правило четвертое

Замкнуть провода **ВЛ** накоротко методом наброса, согласно Инструкции РД 34.03.701.

#### Правило пятое

Сбросить провод с пострадавшего изолирующей штангой или любым токонепроводящим предметом.

#### Правило шестое

Оттащить пострадавшего за одежду не менее чем **на 8 метров** от места касания проводом земли или от оборудования, находящегося под напряжением.

#### Правило седьмое

В помещении, используя указанные электрозащитные средства, оттащить пострадавшего не менее, чем **на 4 метра** от источника тока.

#### Правило восьмое

Передвигаться в зоне шагового напряжения следует в диэлектрических галошах либо «гусиным шагом» — пятка шагающей ноги, не отрываясь от земли, приставляется к носку другой ноги.



## Первая помощь при поражении электрическим током

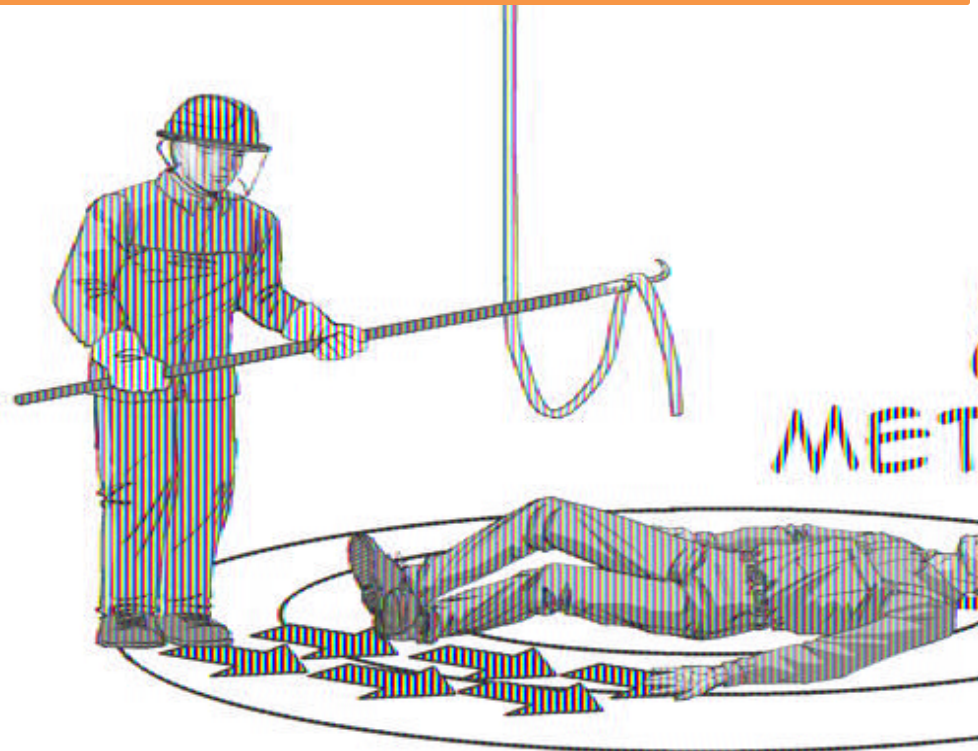


### Правила освобождения пострадавшего от действия электрического тока при напряжении свыше 1000 В

**НЕЛЬЗЯ!**

*Приближаться бегом или большими шагами к лежащему на земле проводу. Приступать к оказанию помощи, не освободив пострадавшего от действия электрического тока.*

Обеспечь свою безопасность. Надень сухие перчатки (резиновые, шерстяные, кожаные и т.п.), резиновые сапоги. По возможности отключи источник тока. При подходе к пострадавшему по земле иди мелкими, не более 10 см, шагами.



Правило передвижения в зоне «растекания высоковольтного напряжения».



## Первая помощь при поражении электрическим током



### Правила освобождения пострадавшего от действия электрического тока при напряжении до 1000 В

#### **Правило первое**

Надеть диэлектрические перчатки.

#### **Правило второе**

Отключить электрооборудование.

#### **Правило третье**

Освободить пострадавшего от контакта с электрооборудованием или электрическими проводами.

#### **Правило четвертое**

Подложить под пострадавшего диэлектрический коврик.

#### **Правило пятое**

Если в пределах видимости находятся все необходимые средства защиты, обязательно воспользоваться ими.





## Первая помощь при поражении электрическим током



### Правила эвакуации пострадавшего из зоны действия электрического тока

#### Правило первое

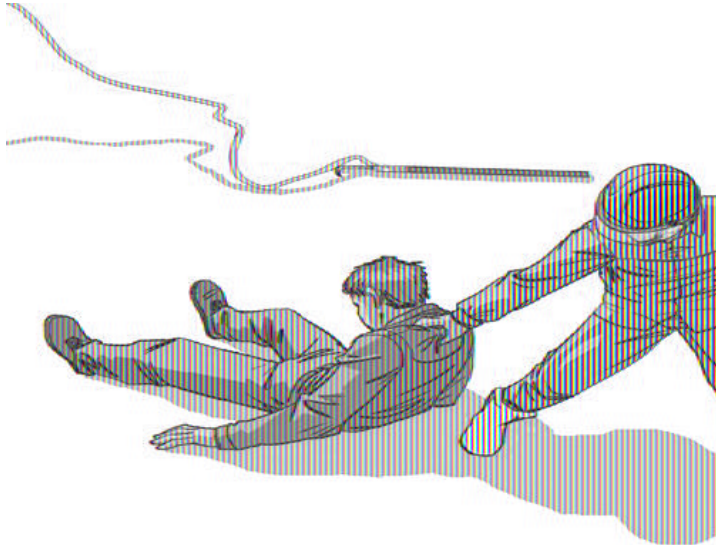
Во избежание поражения током за пострадавшего следует браться только одной рукой и только за сухую одежду.

#### Правило второе

Под ЛЭП пострадавшего следует оттащить не менее чем **на 8 метров** от лежащего на земле провода.

#### Правило третье

В помещениях достаточно переместить пострадавшего не менее чем **на 4 метра** от источника тока



**Помните о собственной безопасности!**  
**Нельзя браться за мокрую одежду или открытые участки тела пострадавшего**



## Первая помощь при поражении электрическим током



### Правила спуска пострадавшего с высоты с его дальнейшим расположением у основания опоры

*Если пострадавший попал под напряжение на высоте, необходимо сначала обеспечить место безопасное место для эвакуации и только потом приступить к экстренному спуску*

**НЕЛЬЗЯ !**

*Приступать к любым действиям без предварительного обеспечения места происшествия*



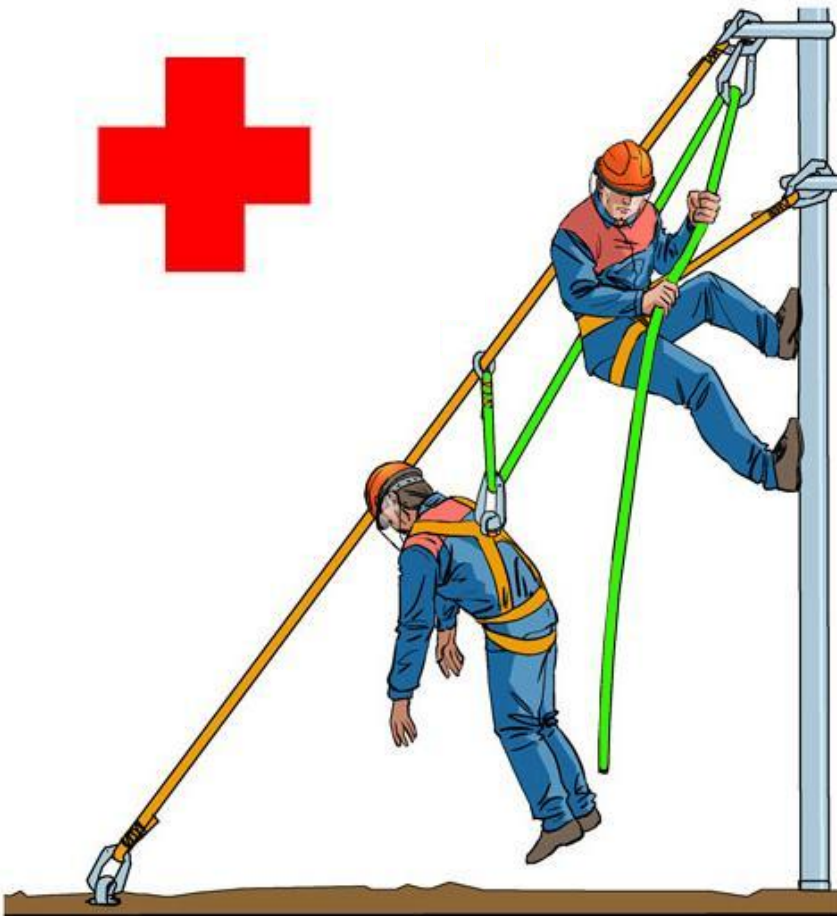




## Первая помощь при поражении электрическим током



### Правила спуска пострадавшего с высоты с его дальнейшим расположением на расстоянии от опоры



#### **Внимание!**

*Во время экстренного спуска пострадавшего не следует забывать о собственной безопасности.*

#### **НЕЛЬЗЯ!**

Терять время на оказание помощи на высоте.

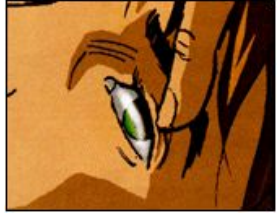


# Первая помощь при поражении электрическим током

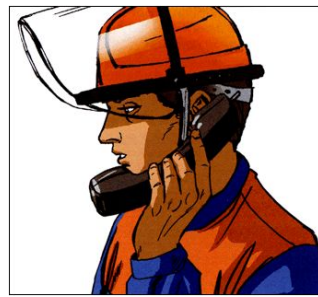


## Схема действий в случаях поражения электрическим током

*Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии*



- 1 Обесточить пострадавшего.
- 2 Убедиться в отсутствии реакции зрачка на свет.
- 3 Убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии.
- 4 Нанести удар кулаком по груди.
- 5 Начать непрямой массаж сердца.
- 6 Сделать "вдох" искусственного дыхания.
- 7 Приподнять ноги.
- 8 Приложить холод к голове.
- 9 Продолжать реанимацию.
- 10 Вызвать "Скорую помощь".





## Первая помощь при поражении электрическим током



### Схема действий в случаях поражения электрическим током

*Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии*

1. Убедиться в наличии пульса.
2. Повернуть на живот и очистить рот.
3. Приложить холод к голове.
4. На раны наложить повязки.
5. Наложить шины
6. Вызвать "Скорую помощь".

**Недопустимо:** прикасаться к пострадавшему без предварительного обесточивания.  
прекращать реанимационные мероприятия до появления признаков биологической смерти





# Первая помощь при поражении электрическим током



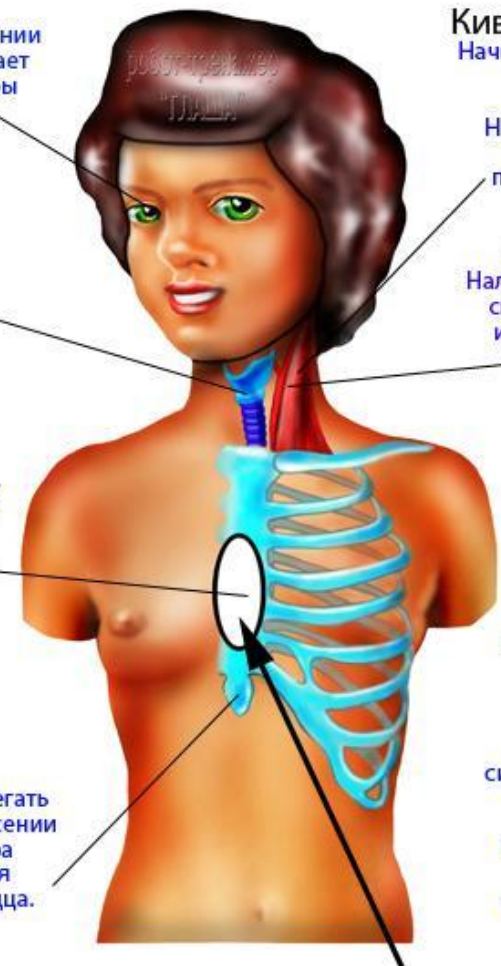
**Анатомические ориентиры, необходимые для проведения сердечно-легочной реанимации**

**Зрачок**  
Его сужение при проведении реанимации подтверждает жизнеспособность коры головного мозга.

**Хрящи гортани и трахея**  
Недопустимо давить на эти хрящи во время определения пульса на сонной артерии.

**Грудина**  
Во время проведения непрямого массажа сердца очередное надавливание на грудину можно начинать только после ее возвращения в исходную точку.

**Мечевидный отросток**  
Именно его следует оберегать от повреждений при нанесении прекардиального удара и во время проведения непрямого массажа сердца.



**Кивательная мышца**  
Начинается возле мочки уха и заканчивается у ключицы. На всем ее протяжении можно определить пульс сонной артерии.

**Сонная артерия**  
Наличие или отсутствие пульса свидетельствует о наличии или отсутствии сердечных сокращений.

**Ребра**  
Во время проведения непрямого массажа сердца на них ни в коем случае нельзя опираться пальцами или давить ладонью. В случае перелома ребер (неприятный хруст под ладонью) следует не столько уменьшить силу и глубину надавливаний, сколько снизить их частоту. Чтобы избежать перелома ребер, очередное надавливание на грудину следует проводить после возвращения ее в исходную точку.

**Место нанесения удара и непрямого массажа сердца**



## Первая помощь при поражении электрическим током



### Действия по оказанию первой доврачебной помощи

#### Внезапная смерть

**Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии**

**1 Убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии.**  
*Нельзя терять время на определение признаков дыхания.*



**2 Освободить грудную клетку от одежды и расстегнуть поясной ремень.**  
*Нельзя наносить удар по груди и проводить непрямой массаж сердца, не освободив грудную клетку и не расстегнув поясной ремень.*



**3 Прикрыть двумя пальцами мечевидный отросток.**  
*Нельзя наносить удар по мечевидному отростку или в область ключиц.*





## Первая помощь при поражении электрическим током



Действия по оказанию первой доврачебной помощи

**Внезапная смерть**

***Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии***

**4 Нанести удар кулаком по груди. Проверить пульс.**

**Если пульса нет – перейти к п.5.**

***Нельзя наносить удар при наличии пульса на сонной артерии.***



**5 Начать непрямой массаж сердца. Частота нажатия 50-80 ударов в минуту. Глубина продавливания грудной клетки должна быть не менее 3-4 см.**

***Нельзя располагать ладонь на груди так, чтобы большой палец был направлен на спасателя.***





# Первая помощь при поражении электрическим током



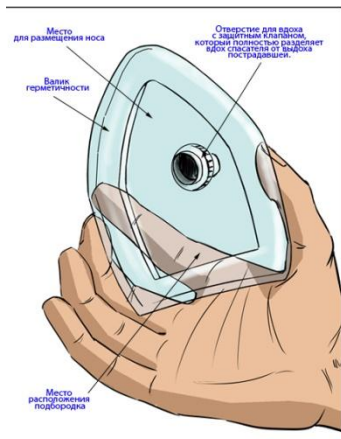
## Действия по оказанию первой доврачебной помощи

**Внезапная смерть**

**Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии**

**6 Сделать “вдох” искусственного дыхания. Зажать нос, захватить подбородок, запрокинуть голову пострадавшего и сделать максимальный выдох ему в рот (желательно через марлю, салфетку или маску “рот в рот”).**

**Нельзя сделать “вдох” искусственного дыхания, не зажав предварительно нос пострадавшего.**





## Первая помощь при поражении электрическим током



### Действия по оказанию первой доврачебной помощи

#### Внезапная смерть

#### *Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии*

7 Выполнять комплекс реанимации. При сужении зрачков, но отсутствии сердцебиения реанимацию нужно проводить до прибытия медперсонала.

Правила выполнения:

- Если оказывает помощь один спасатель, то 2 “вдоха” искусственного дыхания делают после 15 надавливаний на грудину.
- Если оказывает помощь группа спасателей, то 2 “вдоха” искусственного дыхания делают после 5 надавливаний на грудину.
- Для быстрого возврата крови к сердцу – приподнять ноги пострадавшего.
- Для сохранения жизни головного мозга – приложить холод к голове.
- Для удаления воздуха из желудка – повернуть пострадавшего на живот и надавить кулаками ниже пупка.







## Первая помощь при поражении электрическим током



### Действия по оказанию первой доврачебной помощи

#### Внезапная смерть

**Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии**

8 Организовать действия партнеров. **Первый** – спасатель проводит искусственное дыхание, контролирует реакцию зрачков, пульс на сонной артерии и информирует партнеров о состоянии пострадавшего: “Есть реакция зрачков! Нет пульса! Есть пульс!” и т.п. **Второй** – спасатель проводит массаж сердца, отдает команду “Вдох!” и контролирует эффективность вдоха по подъему грудной клетки. **Третий** – приподнимает ноги пострадавшего для лучшего притока крови к сердцу и готовится к смене партнера, выполняющего непрямой массаж сердца.

**Нельзя располагать спасателей друг напротив друга.**





## Первая помощь при поражении электрическим током



Действия по оказанию первой доврачебной помощи

**Внезапная смерть**

**Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии**

**Особенности реанимации в ограниченном пространстве**

- 1 Нанести удар кулаком по груди. Удар можно наносить в положении пострадавшего “сидя” и “лежа”.
- 2 Уложить пострадавшего на спину. Комплекс реанимации можно проводить только в положении пострадавшего “лежа на спине” на ровной жесткой поверхности.





## Первая помощь при поражении электрическим током



### Действия по оказанию первой доврачебной помощи

Состояние комы

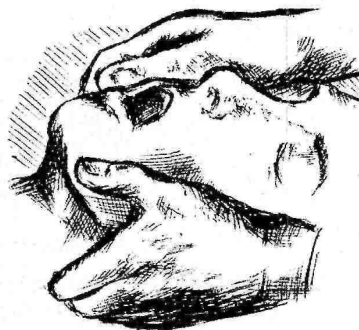
*Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии*

1. Повернуть пострадавшего на живот. Только в положении “лежа на животе” пострадавший должен ожидать прибытия врачей.

**Нельзя оставлять человека в состоянии комы лежать на спине.**

2. Удалить слизь и содержимое желудка. Периодически удалять из ротовой полости слизь и содержимое желудка с помощью салфетки или резинового баллончика.

3. Приложить холод к голове. Можно использовать пузырь со льдом или бутылки и пакеты с холодной водой или снегом, либо гипотермический пакет.



# Электробезопасность



*Конспект подготовил энергетик отдела по энергонадзору управления энергетического департамента Ящик С. Н.*