

# ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

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

## Характеристика зависимости поражения человека электрическим током

*Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека. Это возможно при:*

- прикосновении к открытым токоведущим частям оборудования и проводам;
- прикосновении к корпусам электроустановок, случайно оказавшихся под напряжением (повреждение изоляции);
- шаговом напряжении;
- освобождении человека, находящегося под напряжением;
- действии электрической дуги;
- воздействии атмосферного электричества во время грозных разрядов.

## Воздействие электрического тока на организм человека

*Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие:*

- термическое;
- электролитическое;
- биологическое;
- механическое.

# Воздействие электрического тока на организм человека

**Термическое действие тока** проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, крови, мозга и других органов, что вызывает их серьезные функциональные расстройства.

**Электролитическое действие тока** проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывает значительные нарушения их физико-химического состава, а также ткани в целом.

**Биологическое действие тока** выражается главным образом в нарушении биологических процессов, протекающих в живом организме, что сопровождается разрушением и возбуждением тканей, а также сокращением мышц.

**Механическое действие тока** проявляется в разрывах кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихах суставов и даже переломах костей вследствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека.

## Виды поражений электрическим током

- *электрические травмы* - электрические ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения;
- *электрические удары* относятся к виду поражений, которые имеют место при воздействии малых токов (порядка нескольких сотен миллиампер) и напряжения до 1000 В

## Электрические травмы

- *Электрический ожог* может быть при действии электрической дуги (дуговой ожог) или прохождении тока через тело человека в результате контакта его с токоведущей частью (токовый ожог).
- *Электрические знаки (знаки тока или электрические метки)* представляют собой омертвевшие пятна на коже человека, подвергшегося действию тока.
- *Электрометаллизация кожи* обусловлена проникновением в верхние ее слои мельчайших частичек металла, расплавившихся под действием электрической дуги.
- *Электроофтальмия* — воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия потока ультрафиолетовых лучей.
- *Механические повреждения* возникают в результате резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока.

## 4 степени электрического удара

*В зависимости от возникающих последствий электрические удары делят на четыре степени:*

- I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимися дыханием и работой сердца;
- III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого);
- IV – состояние клинической смерти (отсутствие дыхания и кровообращения).

# Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током

*Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов:*

- значения силы тока;
- рода и частоты электрического тока;
- пути прохождения тока через человека;
- длительности прохождения тока через человека;
- напряжения;
- электрического сопротивления тела человека и его индивидуальных свойств;
- площади и плотности контакта с токоведущими частями;
- условий окружающей среды.

***Основным фактором, обуславливающим ту или иную степень поражения человека, является сила тока.***

## Степень поражения током

*Для характеристики воздействия силы электрического тока на человека установлены три критерия:*

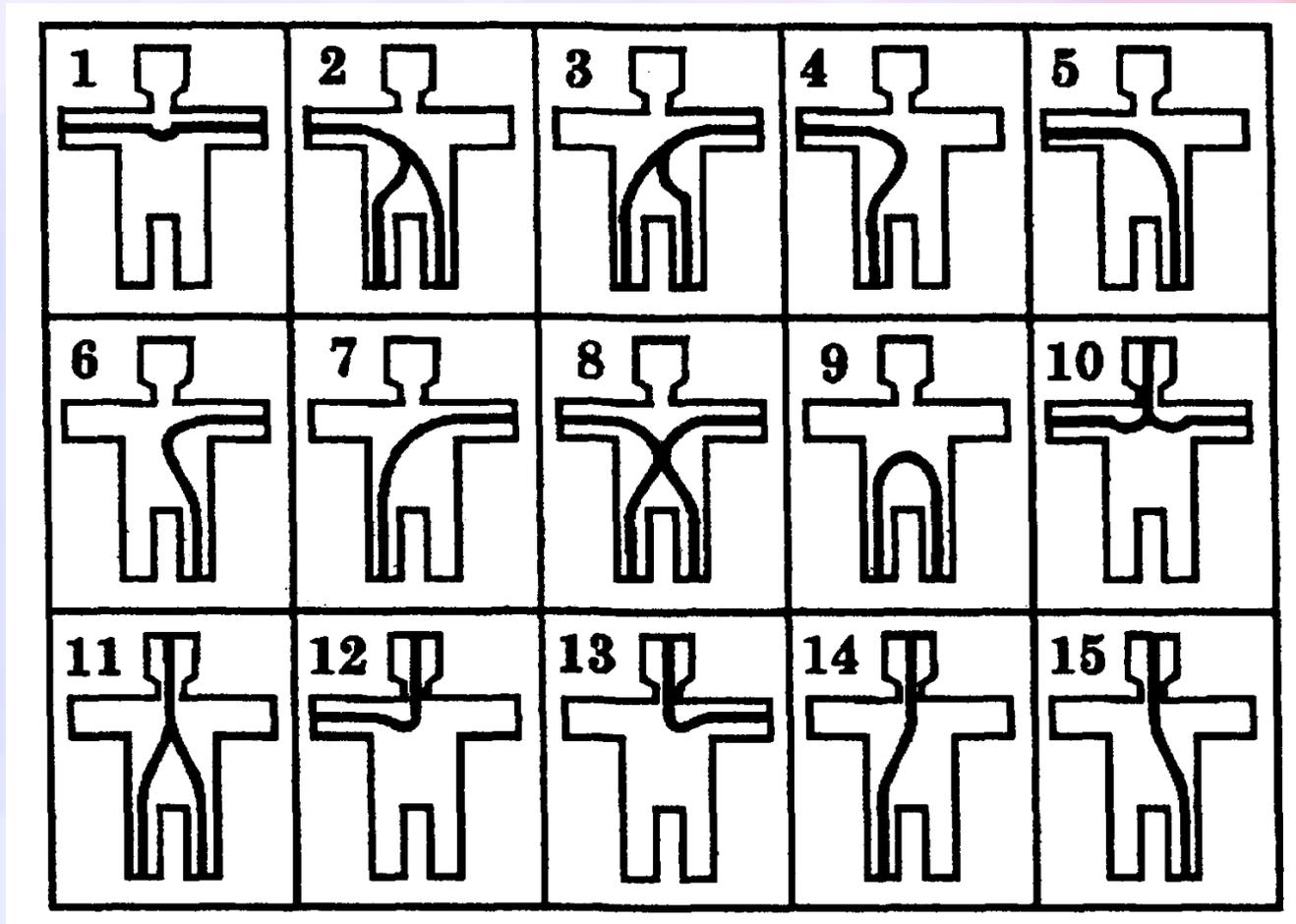
- *пороговый осязаемый ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего при прохождении через организм человека осязаемые раздражения);
- *пороговый неотпускающий ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник);
- *пороговый фибрилляционный ток* (наименьшее значение силы тока, вызывающего при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца – хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы, полностью нарушающие работу сердца как насоса).

## Пути прохождения электрического тока в организм человека

Значительно опасными считаются *пути прохождения* через жизненно важные органы (сердце, легкие, головной мозг):

- «голова – рука»;
- «голова – ноги»;
- «рука – рука»;
- «руки – ноги».

# Характерные пути тока в теле человека



## Причины поражения человека электрическим током

*Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека. Это может быть при:*

- двухфазном включении в цепь;
- однофазном включении в цепь – провода, клеммы, шины и т.д.;
- контакте человека с нетоковедущими частями оборудования (корпус станка, прибора), конструктивными элементами здания, оказавшимися под напряжением в результате нарушения изоляции проводки и токоведущих частей.

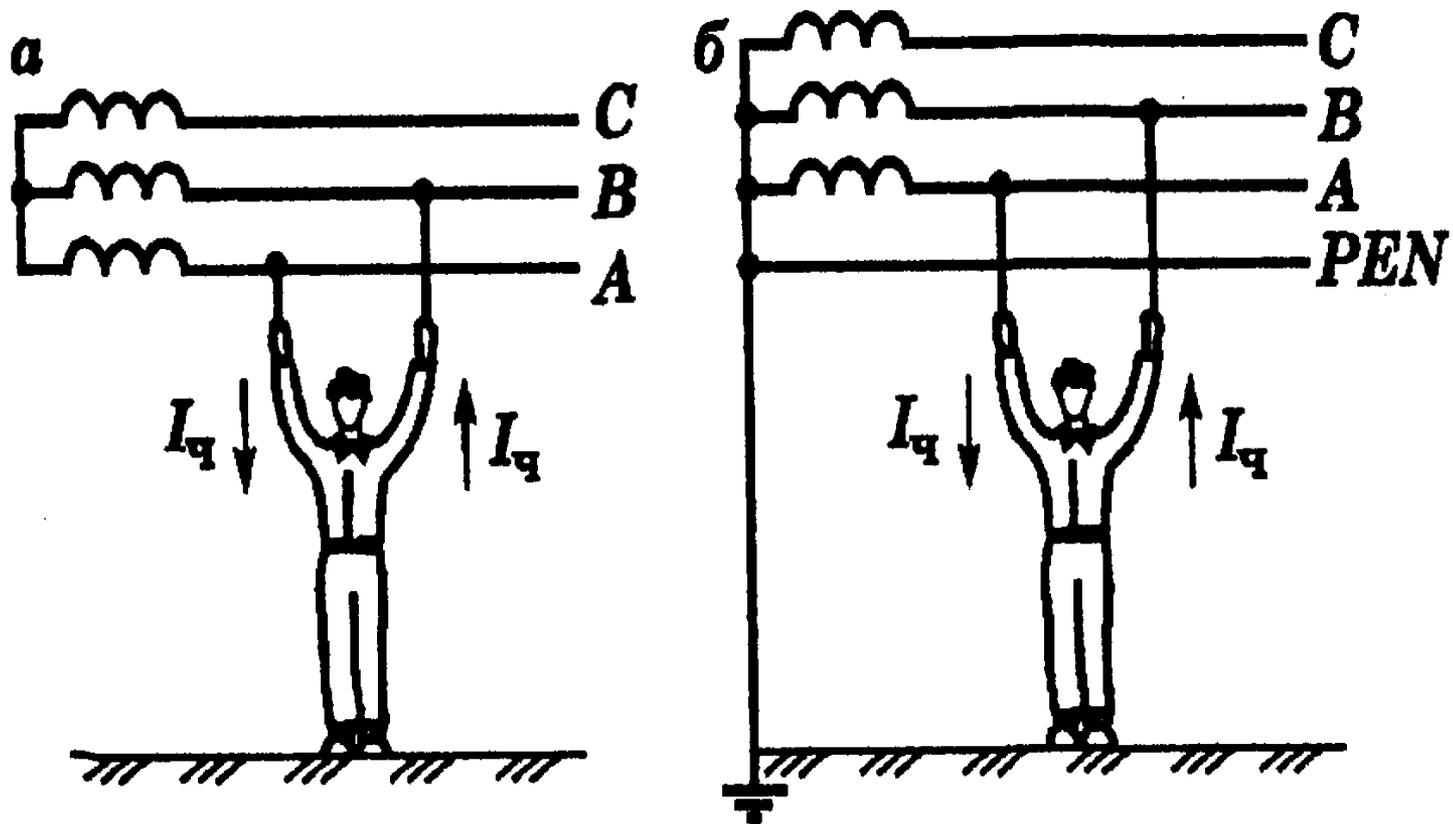
Двухфазное включение в цепь

*a* – изолированная нейтраль;

*б* – заземленная нейтраль;

*A, B, C* – фазные провода;

*PEM* – нулевой защитный и нулевой рабочий проводники, объединенные в один проводник



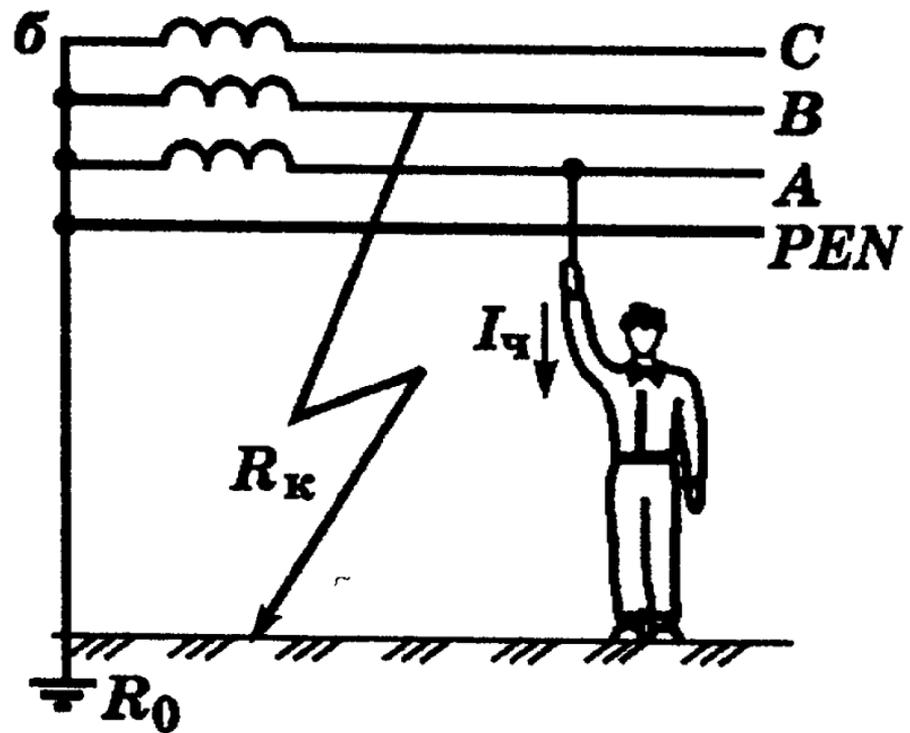
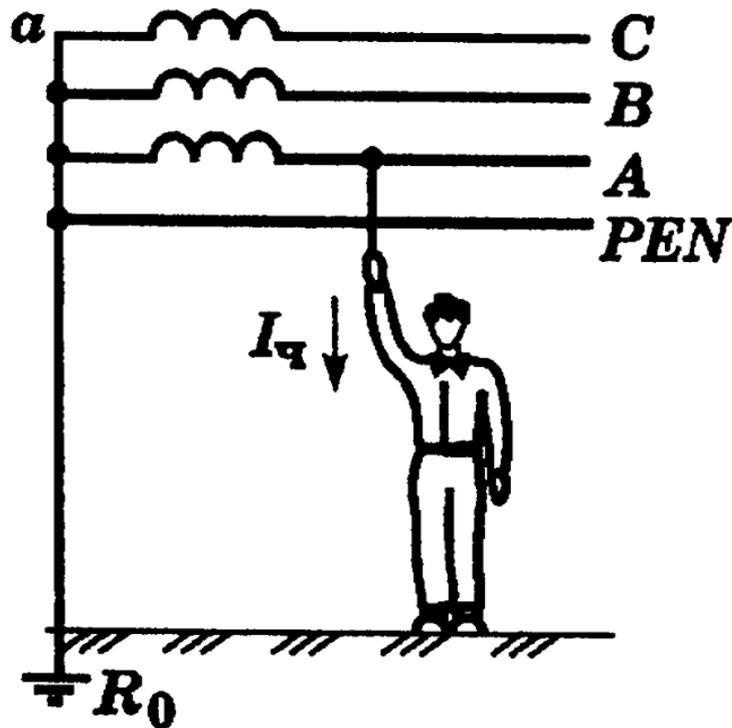
Однофазное прикосновение в сети с заземленной нейтралью

*a* – нормальный режим работы;

*б* – аварийный режим работы(повреждена вторая фаза);

$R_0$  – сопротивление заземления нулевого провода;

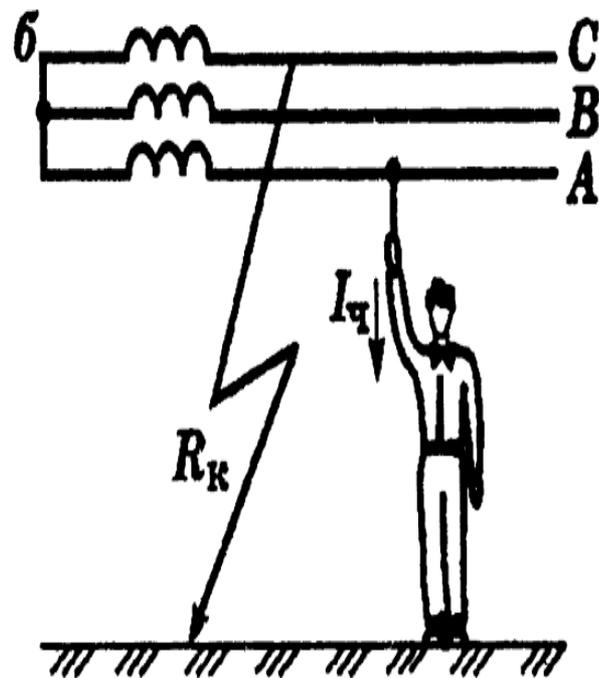
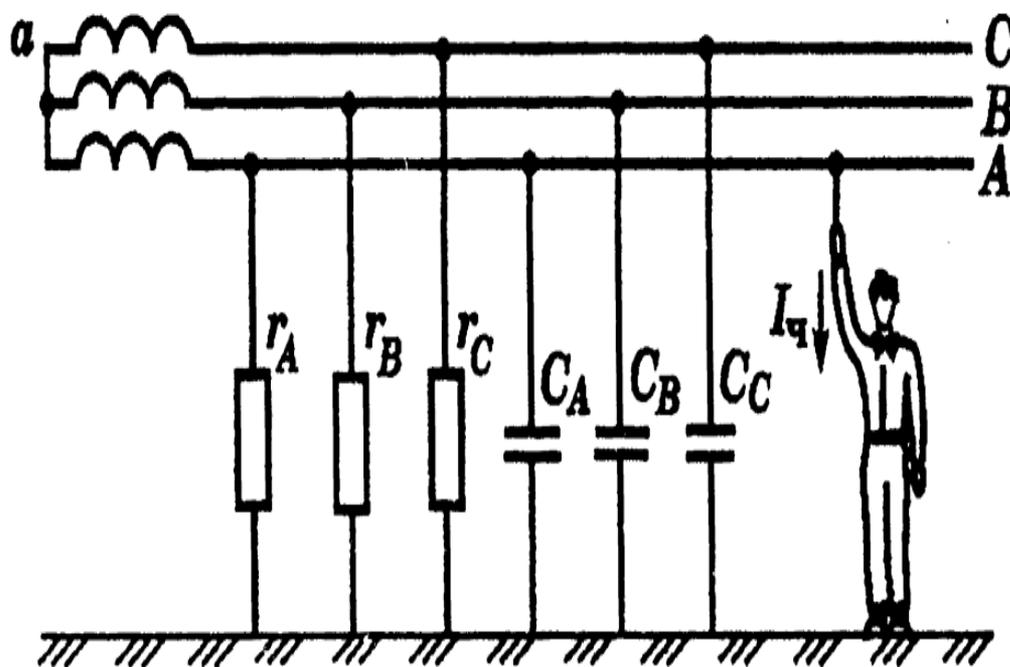
$R_k$  – сопротивление замыкания провода на землю



Однофазное прикосновение в сети  
с изолированной нейтралью

*a* – нормальный режим работы;

*б* – аварийный режим работы(повреждена вторая фаза)



## Меры защиты от действия электрического тока

- изоляция токоведущих частей (нанесение на них диэлектрического материала – пластмасс, резины, лаков, красок, эмалей т.п.);
- двойная изоляцию – на случай повреждения рабочей;
- воздушные линии, кабели в земле;
- ограждение электроустановок;
- блокировочные устройства, автоматически отключающие напряжение электроустановок при снятии с них защитных кожухов и ограждений;
- малое напряжение (не более 42 В) для освещения в условиях повышенной опасности;
- изоляцию рабочего места (пола, настила);
- заземление или зануление корпусов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции;
- выравнивание электрических потенциалов;
- автоматическое отключение электроустановок;
- предупреждающая сигнализация (звуковая, световая) при появлении напряжения на корпусе установки;
- надписи, плакаты, знаки;
- средства индивидуальной защиты.

## ГОСТ 12.1.030

защитному заземлению подлежат:

1. Металлические нетоковедущие части оборудования, к которым возможно прикосновение людей;
2. Все электроустановки в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также наружные электроустановки при напряжении 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока;
3. Все электроустановки переменного тока в помещениях без повышенной опасности 380 В и переменного 440 В и выше;
4. все электроустановки во взрывоопасных зонах.

# Виды защитных средств от поражения электрическим током

*Электрозащитные средства разделяют на:*

- изолирующие (основные и дополнительные);
- ограждающие;
- предохранительные

## Основные изолирующие защитные средства

*Основные изолирующие защитные средства* обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К ним относятся:

- *в электроустановках до 1000 В* – диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, а также указатели напряжения;
- *в электроустановках выше 1000 В* – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В.

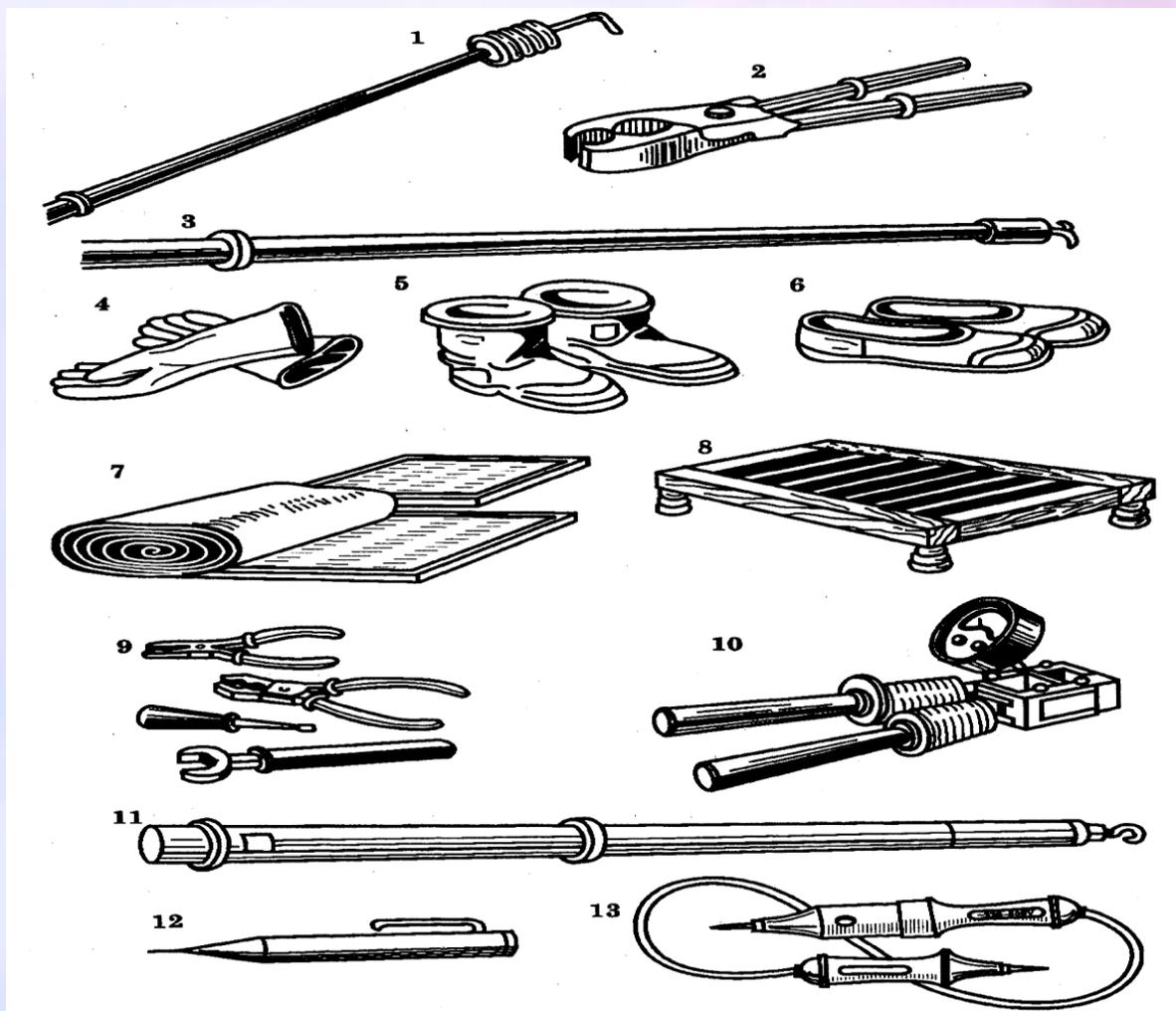
## Дополнительные изолирующие защитные средства

*Дополнительные изолирующие защитные средства* не способны выдержать рабочее напряжение электроустановки. Они усиливают защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться. Дополнительные средства самостоятельно не могут обеспечить безопасность обслуживающего персонала. К ним относятся:

- *в электроустановках до 1000 В* – диэлектрические галоши и ковры, а также изолирующие подставки;
- *в электроустановках выше 1000 В* – диэлектрические перчатки, боты и ковры, а также изолирующие подставки.

## Изолирующие защитные средства

1, 3 – изолирующие штанги; 2 – изолирующие клещи; 4 – диэлектрические перчатки;  
5 – диэлектрические боты; 6 – диэлектрические галоши; 7 – резиновые коврики  
и дорожки; 8 – изолирующая подставка; 9 – монтерские инструменты с изолированными  
ручками; 10 – токоизмерительные клещи; 11, 12, 13 – указатели напряжения



## Ограждающие защитные средства

*Ограждающие защитные средства* предназначены для временного ограждения токоведущих частей и предупреждения ошибочных операций с коммутационными аппаратами.

*К ним относятся:* временные переносные ограждения – щиты и ограждения-клетки, изолирующие накладки, временные переносные заземления и предупредительные плакаты.

## Предохранительные защитные средства

*Предохранительные защитные средства* предназначены для индивидуальной защиты работающих от световых, тепловых и других воздействий.

**К ним относятся:** защитные очки; специальные рукавицы, защитные каски; противогазы; предохранительные монтерские пояса; страховочные канаты; монтерские когти, индивидуальные экранирующие комплекты и переносные экранирующие устройства и др.

# Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током

*Первая помощь при несчастных случаях, вызванных поражением электрическим током, состоит из двух этапов:*

- освобождение пострадавшего от действия тока;
- оказание пострадавшему доврачебной помощи.

## Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током

При поражении электрическим током необходимо *как можно скорее освободить пострадавшего от действия тока*, поскольку тяжесть электротравмы зависит от продолжительности его действия.

*Признаки, по которым можно быстро определить состояние пострадавшего:*

- *сознание*: ясное, отсутствует, нарушено (пострадавший заторможен), человек возбужден;
- *цвет кожных покровов и видимых слизистых* (губ, глаз): розовые, синюшные, бледные;
- *дыхание*: нормальное, отсутствует, нарушено (неправильное, поверхностное, хрипящее);
- *пульс на сонных артериях*: хорошо определяется (ритм правильный или неправильный), плохо определяется, отсутствует;
- *зрачки*: узкие, широкие.

# Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током

(при напряжении до 1000 В)

**При напряжении до 1000 В** для отделения пострадавшего от токоведущих частей можно воспользоваться любыми непроводящими ток предметами: обмотать руку шарфом, оттянуть его за одежду, встать на сверток сухой ткани, сухую доску.

Даже голый рукой можно оттянуть за сухую одежду , отстающую от тела (за ворот, хлястик, полу пиджака).

Нельзя тянуть за брюки или обувь, которые могут оказаться сырыми или иметь металлические детали, соприкасающиеся с телом.

Освобождение пострадавшего от действия тока в установках до 1000 В  
оттаскиванием за сухую одежду

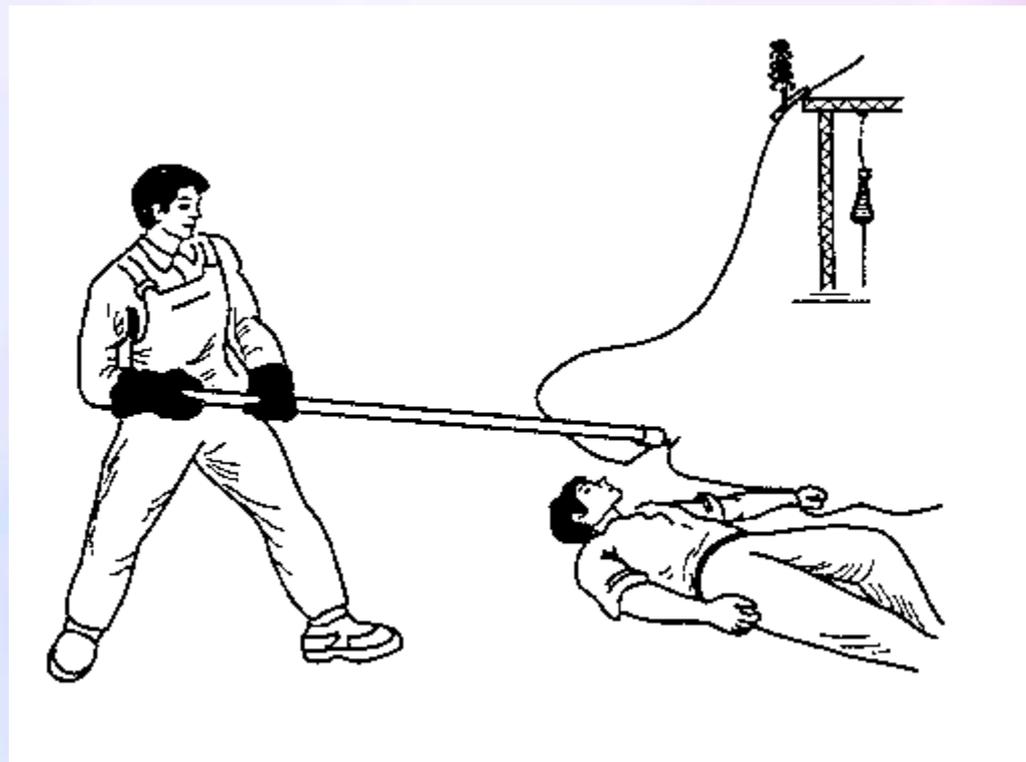


## Правила оказания первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током (при напряжении более 1000 В)

**Если в установке напряжением более 1000 В** быстрое отключение невозможно, то пользоваться какими бы то ни было подручными средствами вроде палки, доски или сухой одежды нельзя.

В этом случае необходимо надеть диэлектрические перчатки и боты и оттащить пострадавшего от частей установки, находящихся под напряжением, пользуясь изолирующими защитными средствами, рассчитанными на это напряжение (штанги, клещи для предохранителей или коврики), либо вызвать автоматическое отключение установки, устроив в ней короткое замыкание на безопасном расстоянии от пострадавшего.

# Освобождение пострадавшего от действия тока в установках выше 1000 В отбрасыванием провода изолирующей штангой



## Шаговое напряжение

***Шаговое напряжение*** – разность потенциалов между двумя точками на поверхности земли в зоне растекания тока, которые находятся на расстоянии шага (0,8 м).

***Причиной появления шагового напряжения*** является образование электрических потенциалов на поверхности земли в пределах поля растекания тока (замыкание в грунте, возникающее при падении электрического провода на землю, замыкание токоведущих частей на заземленный корпус, между точками земли или другой поверхности, на которой стоит человек обеими ногами)

# Шаговое напряжение

*Шаговое напряжение зависит от:*

- силы тока;
- распределения потенциала по поверхности земли;
- длины шага;
- положения (расстояния) человека относительно заземления;
- направления по отношению к месту замыкания.

## Шаговое напряжение и человек

*Шаговое напряжение считается безопасным, если оно не превышает 40 В.*

Чем ближе будет находиться человек к месту прикосновения провода с землей, тем под большим шаговым напряжением он окажется.

*На расстоянии более 20 м от места замыкания токоведущей части на землю потенциал снижается весьма значительно.*

*Если человек оказался под действием шагового напряжения, то выходить из зоны растекания электрического тока необходимо мелкими шагами (на длину ступни), скользя подошвой обуви по земле, не поднимая ног.*

## Классификация производственных помещений по опасности поражения электрическим током

*В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) в отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:*

- 2.1 сырости или токопроводящей пыли;
- 2.2 токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
- 2.3 высокой температуры;
- 2.4 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.

## Классификация производственных помещений по опасности поражения электрическим током

**3. *Особо опасные помещения***, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

3.1 особой сырости;

3.2 химически активной или органической среды;

3.3 одновременно двух или более условий повышенной опасности

**4. *Территории размещения наружных электроустановок***. В отношении опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.

# Характеристика производственных помещений по электробезопасности

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

**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.

**Жаркими помещениями** называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически более 1 сут. + 35 °С (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.).

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

**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.

# Статическое электричество

Заряды статического электричества образуются при деформации твердых тел, разбрызгивании жидкостей, при перемещении (трении) твердых, сыпучих и жидких тел.

Под *статическим электричеством* принято понимать электрические заряды, находящиеся в состоянии относительного покоя, распределенные на поверхности или в объеме диэлектрика или на поверхности проводника тока.

Перемещение зарядов статического электричества в пространстве обычно происходит вместе с наэлектризованными телами.

# Действие статического электричества на организм человека

Для человека разряды статического электричества *не представляют прямой опасности.*

*Воздействие статического электричества на человека может проявляться в виде слабого длительно протекающего тока или в форме кратковременного разряда, проходящего через его тело. Такой разряд вызывает у человека рефлекторное движение.*

*На теле человека статическое электричество может накапливаться:*

- при ношении обуви с непроводящими электричество подошвами,
- при ношении одежды и белья из шерсти, шелка и искусственных волокон;
- при выполнении ряда ручных операций с веществами-диэлектриками.

## Нормирование электростатического поля

Нормируемым параметром ЭСП является *напряженность поля*  $E$ , (В/м)

*Предельно допустимые уровни напряженности электростатического поля ( $E_{ПД}$ )* устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах и не должны превышать:

- при воздействии до 1 ч – 60 кВ/м;
- при воздействии свыше 1 до 9 ч величина  $E_{ПД}$  определяется по формуле:

$$E_{ПД} = 60 \cdot \sqrt{T},$$

где  $T$  – время, ч.

## Мероприятия по защите от статического электричества

*Для предупреждения возможности возникновения опасных искровых разрядов статического электричества с поверхности оборудования, трубопроводов, а также с тела человека необходимо обеспечить стекание зарядов следующими способами:*

- отводом зарядов путем заземления оборудования и коммуникаций;
- обеспечением постоянного электрического контакта с заземлением тела человека;
- отводом зарядов путем уменьшения удельных объемных электрических сопротивлений;
- нейтрализацией зарядов путем использования радиоизотопных, индукционных и других нейтрализаторов.

## Атмосферное электричество

Разряды атмосферного электричества – молнии могут явиться причиной взрывов, пожаров и поражения людей.

*Молния* – искровой разряд статического электричества, аккумулярованного в грозовых облаках. Энергия искрового разряда молнии и возникающие при этом токи представляют опасность для человека, зданий и сооружений.

Прямой удар молнии вызывает следующие воздействия на объект:

- электрические, связанные с поражением людей электрическим током и появлением перенапряжений на пораженных элементах.
- термические, связанные с резким выделением теплоты
- механические, обусловленные ударной волной, распространяющейся от канала молнии, и электродинамическими силами, действующими на проводники с токами молнии.

- Вторичные проявления

➔ Электростатическая индукция

➔ Электромагнитная индукция

➔ Занос высоких потенциалов

## Защита от атмосферного электричества

**Молниезащита** комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от возможных взрывов, загораний и разрушений

## Молниеотводы

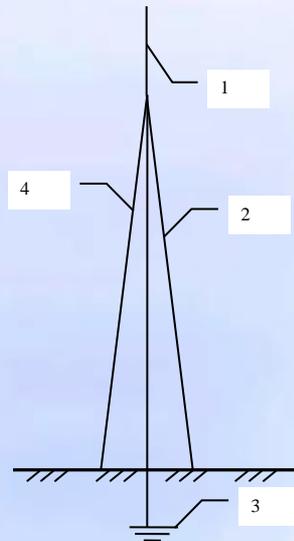
Молниезащита от прямых ударов молнии в наземные объекты осуществляется в виде специальных устройств, называемых *молниеотводами*.

*По конструкции молниеотводы подразделяются на:*

- стержневые;
- тросовые.

# Устройство молниеотвода

1 – молниеприемник; 2 – токовод; 3 – заземление; 4 – мачта



# Молниеотводы

***Одиночный стержневой молниеотвод*** – один вертикальный молниеотвод, устанавливаемый на защищаемом сооружении или вблизи него.

***Двойной стержневой молниеотвод*** – два одиночных стержневых молниеотвода, совместно действующих и образующих общую зону защиты.

***Множественный стержневой молниеотвод*** – три и более одиночных стержневых молниеотвода, совместно действующих и образующих общую зону защиты.

***Одиночный тросовый молниеотвод*** – устройство, образуемое горизонтальным тросом, закрепленным на двух опорах, по каждой из которых прокладывается токоотвод, присоединяемый к отдельному заземлителю у их основания.

## Категории молниезащиты

В зависимости от взрывопожароопасности объектов, среднегодовой продолжительности гроз, а также от ожидаемого количества поражений молнией в год устанавливаются **3 категории устройства молниезащиты.**

## Категории молниезащиты

Устанавливаются 3 категории устройства молниезащиты и 2 типа (А, Б) зон защиты объектов от прямых ударов молнии.

*По третьей категории* организуется защита объектов, относимых по ПУЭ к пожароопасным зонам классов П-I, П-II, П-III при расположении объектов в местностях со средней грозовой деятельностью 20 часов в год и более. (зона защиты типа А,Б).

По третьей категории производится защита наружных установок и открытых складов

- Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к **первой и второй** категориям, должны быть защищены от прямых ударов молнии, и вторичных проявлений через наземные и подземные металлические коммуникации.
- Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к **третьей** категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные металлические конструкции.

## Зоны защиты молниеотвода

**Зона защиты молниеотвода** — это часть пространства, внутри которого здание и сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности.

**Зона защиты типа А** обладает степенью надежности 99,5 % и выше, **а зона защиты типа Б** — 95 % и выше.