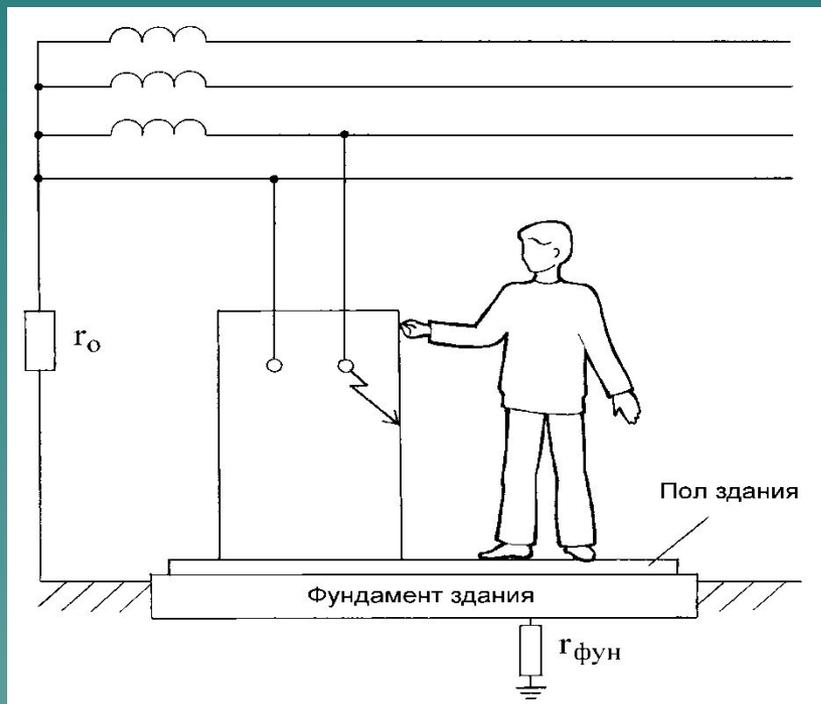


# ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ



# Электробезопасность

- ◆ **Электробезопасность** – система организационно-технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредных воздействий электрического тока, электрической дуги, статического электричества.
- ◆ Нарушение требований электробезопасности приводит к электротравмам (для электроустановок напряжением до 1000 вольт, количество их достигает 80%.)

# Причины электротравматизма

- ◆ Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- ◆ Прикосновение к отключенным частям, на которых может иметь место **напряжение в случае:**
  - остаточного заряда;
  - ошибочного включения электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
  - разряда молнии, попавшего в электроустановку или вблизи нее;

Электродуга



- ◆ **Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям или связанного с ними электрооборудования (корпуса, кожухи, ограждения) после перехода напряжения на них с токоведущих частей (в случае возникновения аварийной ситуации — пробой на корпусе).**
- ◆ **Поражение напряжением шага или пребывание человека в поле растекания электрического тока, в случае замыкания тока на землю.**
- ◆ **Поражение через электродугу при напряжении электроустановки выше 1000В, при приближении на недопустимо - малое расстояние.**
- ◆ **Действие атмосферного электричества при газовых разрядах.**

**Корпус, кожух**



## Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током:

- ◆ **Род тока** (постоянный или переменный), человек при воздействии переменного тока частотой 50Гц начинает ощущать ток силой 1 мА, а постоянного – силой 6 мА.
- ◆ Наиболее неблагоприятным является переменный ток промышленной частоты **50-60 ГЦ.**
- ◆ При частоте равной 0 (т.е. при постоянном токе), значения неотпускающего тока становятся больше примерно в **3 раза.**

# Сила тока и напряжения

**Сила тока является основным фактором, обуславливающим степень поражения человека**

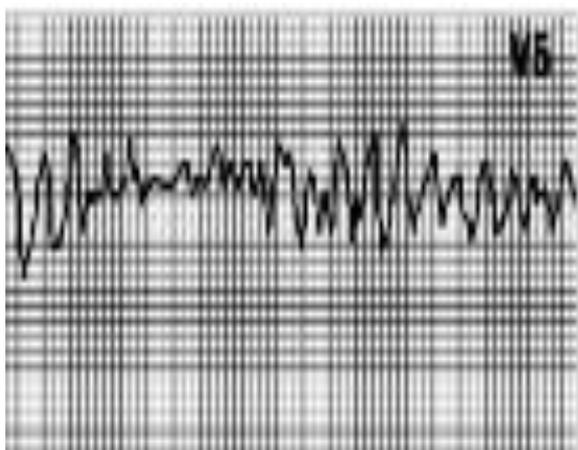
**Установлены категории воздействия:**

- ◆ **Пороговый осязаемый ток 0,6 – 1,5 мА, вызывающий осязаемые человеком раздражения, выражающиеся в онемении, покалывании, ощущении теплоты;  
Пороговое значение - 1мА**
- ◆ **Пороговый неотпускающий ток, вызывающий сокращение мышц (10 – 15 мА )  
Пороговое значение – 10мА.**

- ◆ При прохождении такого тока болезненные ощущения охватывают всю руку, сопровождаясь непроизвольным сокращением мышц.
- ◆ В результате человек сам не может разжать руку, в которой зажата токоведущая часть. При длительном прохождении такой ток нарушает работу жизненно важных органов.
- ◆ 3) **Фибриляционный ток**, наименьшее его значение – фибриляционный ток (25 – 30 мА трудно дышать)  
**пороговое значение 100мА.**
- ◆ При прохождении такого тока через человека в течении 1-3 сек. наступает фибрилляция сердца (главный орган мишень – сердце)

- ◆ **Фибрилляция сердца** заключается в беспорядочном сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца.
- ◆ Сердце затрачивает значительную энергию, но не производит полезной работы, кровообращение прекращается, сердце истощается и останавливается.
- ◆ **Первая помощь - сильный удар** по грудной клетке кулаком с высоты 30-40см

Фибрилляция желудочков



- ◆ Ток величиной **5А и более**, минуя стадию фибрилляции вызывает мгновенную смерть.
- ◆ **Остановка сердца** вызывается током даже малой длительности (доли секунды), причем мышцы сердца расслабляются и остаются в таком состоянии.
- ◆ Как и при фибрилляции, при остановке сердца работа его самостоятельно не восстанавливается.

#### Диагностика остановки сердца



#### Искусственное дыхание + массаж сердца

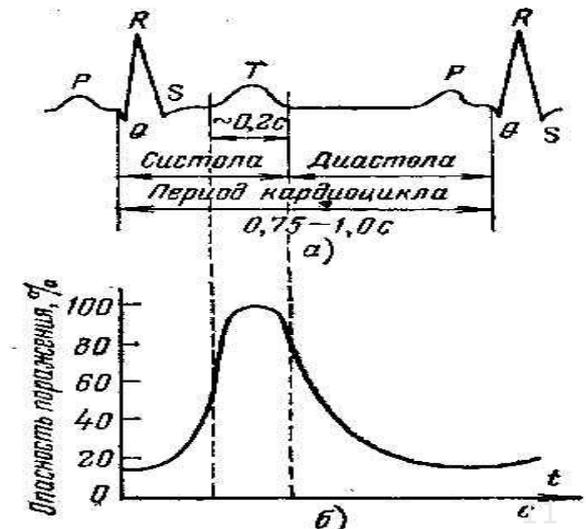


# Первая помощь при остановке сердца

- ◆ **Клиническая смерть** (отсутствие дыхания и кровообращения) - переходный процесс от жизни к смерти, наступающий с момента прекращения работы сердца и легких.
- ◆ У человека отсутствуют признаки жизни, **расширенные зрачки** (мозг плохо снабжается кровью), однако жизненные процессы идут на прежнем уровне (мозг еще жив).
- ◆ Длительность комы ограничивается с момента прекращения сердцебиения **6 - 8 минутами**
- ◆ Если помощь оказывается 1 реаниматором, то необходимо произвести **15 нажатий на грудину и 2 вдоха**; если помощь оказывается 2 реаниматорами, то **5 нажатий нужно сочетать с 2 вдохами**.

# Время прохождения тока через организм человека

- ◆ Чем **короче время** воздействия тока, тем меньше опасность.
- ◆ При длительном воздействии тока **сопротивление тела человека падает**, и ток возрастает до значений, способных вызвать остановку дыхания или фибрилляцию сердца.
- ◆ В каждом цикле сокращения сердца в течении промежутка времени равного от 0,15 до 0,2 сек. сердце наиболее **чувствительно к току (фаза Т)**. Если во время действия тока нет совпадения с фазой Т, большие токи не вызывают фибрилляции.



# Путь или петля прохождения тока

- ◆ Опасно прохождение тока через дыхательные мышцы и сердце.

## Наиболее опасные пути :

- ◆ «правая рука – ноги»
- ◆ «голова – ноги»,
- ◆ «голова – руки».

## Наименее опасные пути:

«нога – нога»

## Сопротивление тела человека

- ◆ Складывается из сопротивления верхнего слоя кожи и сопротивления внутренних органов.
- ◆ Основным сопротивлением в цепи тока через тело человека является **верхний роговой слой кожи, практически диэлектрик**, с толщиной 0,05-0,2 мм.
- ◆ При снятом роговом слое кожи сопротивление внутренних тканей не превышает **800 - 1000 Ом**.
- ◆ При сухой, не поврежденной коже  $R$  может быть от **10000 до 100000 Ом**.)
- ◆ Расчетная величина  $R_{\text{ЧЕЛ}} = 1000 \text{ Ом}$ .

- ◆ На величину сопротивления тела человека влияет состояние организма человека (например, **кардиологические заболевания, заболевания нервной системы и наличие алкоголя в крови снижают сопротивление тела человека**).
- ◆ **Условия внешней среды** (температура, влажность и т.д.).

# Электротравматизм

- ◆ **Электрическая травма** - травма, вызванная воздействием электрического тока и дуги. Совокупность электротравм называется **электротравматизмом**
- ◆ Действие тока приводит к различным электротравмам - **местным и общим.**

К местным электротравмам относятся:

- ◆ **Электроожоги;** бывают: токовые, контактные, дуговые (и сопровождаются обугливанием тканей).
- ◆ **Электрорознаки** (метки – специфические пятна бледно-желтого цвета);

- ◆ **Металлизация кожи** (*электротатуировка* - попадание расплавленных частиц металла электродуги на кожу); металл может проникать в кожу также вследствие электролиза в местах соприкосновения человека с токоведущими частями.
- ◆ **Поврежденный участок кожи** приобретает жесткую шероховатую поверхность, цвет которой определяется цветом соединений металла, внедрившегося в кожу.

- ◆ **Механические повреждения** (ушибы, переломы и т.д.); механические повреждения происходят из-за судорожного сокращения мышц или падения с высоты вследствие резких непроизвольных движений или потери сознания, вызванных действием тока.
- ◆ **Электроофтальмия** (ожог слизистой оболочки глаз).
- ◆ Эти травмы, как правило, излечиваются с полным восстановлением работоспособности.

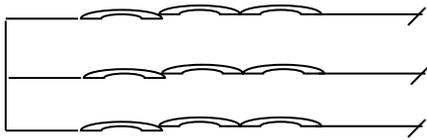
# Воздействие тока на организм человека

**Термическое действие** – проявляется в ожогах отдельных частей тела, нагреве до высоких температур кровеносных сосудов, крови, нервов, сердца, что вызывает серьезное расстройство органов.

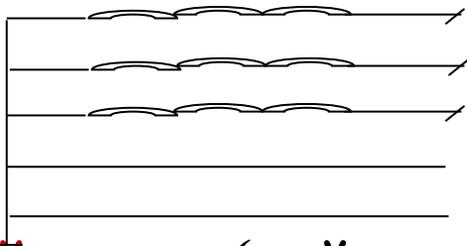
**Электролитическое (химическое) действие** - разложение органической жидкости (лимфы и крови) с нарушением ее состава.

- ◆ **Механическое действие** - (динамическое) расслоение, разрыв тканей организма (мышц сердца, сосудов) в результате электродинамического эффекта; мгновенного взрывоподобного образования пара от перегретой током тканевой жидкости и крови.
- ◆ **Биологическое** - нарушение внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме

- ◆ В промышленности, в основном, применяют **трехфазные сети:**
- ◆ **Трехпроводные с изолированной нейтралью ИИТ**



### **Четырехпроводные с глухозаземленной нейтралью ЗИТ**

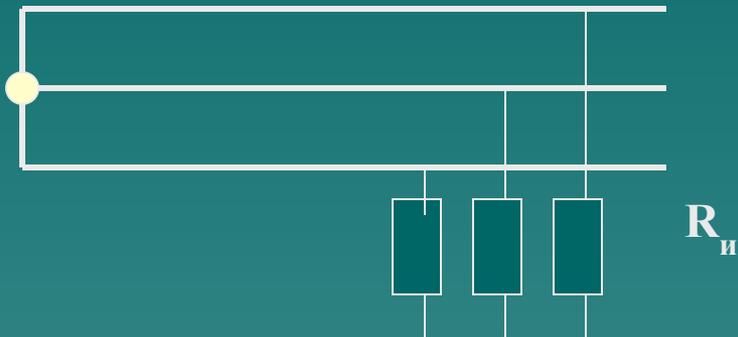


**Нейтраль** (нейтральная точка обмотки источника или потребителя энергии) – точка, напряжение которой относительно всех внешних выводов обмотки одинаково по абсолютному значению.

# Режимы работы сети и электроустановки

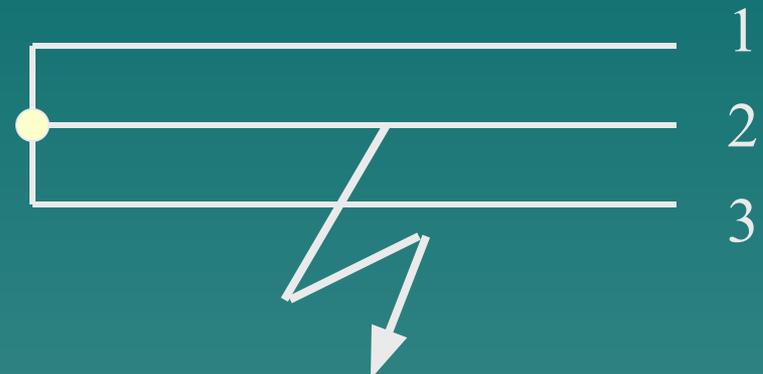
Нормальный режим работы сети

$$R_{\text{и}} = R_{\text{доп.}}$$



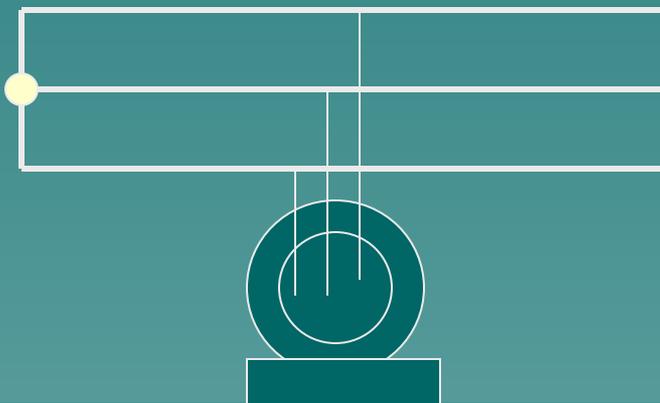
Аварийный режим работы сети

$$I_2 \sim 0$$



Аварийный режим

Пробой фазы на корпус



## Сети с ЗНТ

следует применять там, где соответственно:

- ◆ невозможно обеспечить хорошую изоляцию проводов, например, из-за **высокой влажности, агрессивной среды и т.п.**
- ◆ нельзя быстро отыскать и устранить **повреждение изоляции;**
- ◆ **емкостные токи сети** вследствие ее значительной разветвленности достигают больших значений, опасных для человека.

# Применение сетей с ИНТ

**Сети с ИНТ целесообразно применять, когда:**

**Необходимо обеспечить стабильную работу во времени**

**Есть возможность поддерживать высокое сопротивление изоляции проводов**

**Протяжённость и разветвленность сетей незначительна, а емкостные токи невелики**

**Велика опасность однофазного прикосновения при расположении человека на токопроводящем полу**

# Преимущества и недостатки сетей с ИИТ; ЗИТ

Недостатком сетей с ИИТ является возможность поражения ёмкостным током при их значительной протяжённости. В сетях с ЗИТ этой опасности нет.

Схема с ЗИТ при замыкании фазы на корпус отключается, так как срабатывает зануление. В результате замыкания фазы на землю или на корпус возникает ток большой силы, что **делает эту схему пожароопасной.**

При старении и механических повреждениях изоляции оголённый провод, контактируя с любым металлическим предметом, вызывает **искрение и дугу**, а если в этом случае установлены мощные предохранители, то установка не отключается и вероятность возникновения пожара значительно увеличивается. **Пожароопасные ситуации возникают также при перегрузке кабеля.**

## Категории помещений по опасности поражения электрическим током (согласно ПУЭ)

Помещения с повышенной опасностью поражения током характеризуются наличием одного из признаков:

- ⊘ **Повышенная влажность воздуха, сырость** (влажность воздуха свыше 75%) неблагоприятные условия для обеспечения электробезопасности, т.к. обеспечен наилучший контакт человека с токоведущими частями;
- ⊘ **Повышенная температура воздуха** (постоянно или периодически (более 1 суток) превышающая 35°C); например, сушилки, котельные

- Ø Наличие токопроводящей **пыли**, могущая оседать на проводах, проникать внутрь машин, автоматов и повышающая вероятность случайного электроконтакта человека как с токоведущими частями оборудования, так и с землей;
- Ø Наличие **токопроводящих полов** (металлические, железобетонные, земляные);
- Ø **Возможность одновременного прикосновения человека к имеющим заземление металлоконструкциям зданий, аппаратам, механизмам с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.**

## Особо опасные помещения

Характеризуются наличием одного из признаков:

- ▶ **Особая сырость** (влажность  $\approx 100\%$ , потолок, стены, пол покрыты влагой);
- ▶ **Наличие химически агрессивной среды** или органической среды, (газы, агрессивные жидкости образуют отложения или плесень, разрушающую изоляцию и токоведущие части оборудования);
- ▶ **Наличие двух или более признаков**, характерных для помещений с повышенной опасностью