

# «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА (БЖЧ)»

Кирвель Павел Иванович,  
Кандидат географических наук,  
доцент кафедры экологии БГУИР  
(ауд. 610, 2 корпуса)  
E-mail: [pavelkirviel@yandex.by](mailto:pavelkirviel@yandex.by)

Разработчик: преп. каф. экологии Кирвель П.И.

***ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ.***

***ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ  
(ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ)***

**Защита от поражения  
электрическим током**

# ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.

**Производственная безопасность** – это система организационных и технических мероприятий, технических принципов, методов и средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных производственных факторов, с целью снижения риска травмирования работающих.



# Основные задачи ТБ:

1. Выявление производственных опасностей и их источников;
2. Оценка выявленных опасностей (квантификация);
3. Разработка комплекса мер по безопасности труда с целью снижения несчастных случаев.

# Основные причины несчастных случаев на производстве



# Защита от поражения электрическим током

Защита от поражения электрическим током или **электробезопасность** включает в себя систему организационных и технических мероприятий, технических способов и средств, обеспечивающих безопасные условия труда работающих с технологическим оборудованием и ручным инструментом, использующим электрическую энергию, с целью сокращения электротравматизма до приемлемого (и ниже) уровня риска.



# Действие электрического тока на организм человека

Проходя через организм, электрический ток может вызывать:

- **Термическое действие** (ожоги отдельных участков тела, нагрев кровеносных сосудов и нервных волокон),
- **Электролитическое действие** (разложение крови и других органических жидкостей, нарушение их физико-химических составов),
- **Биологическое действие** (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что может сопровождаться непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе мышц сердца и легких).

# Действие электрического тока на организм человека

Действие электрического тока приводит к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

**Электрические травмы** – это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дугой (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения).

**Электрический удар** – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц.





# Действие электрического тока на организм человека

## Степени электрических ударов:

**I степень** – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

**II степень** – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

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

**IV степень** – клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения.

# Действие электрического тока на организм человека

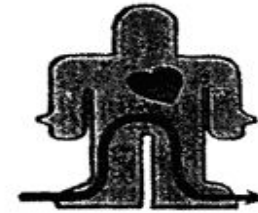
**Электрический шок** – это тяжелая реакция организма в ответ на сильное электрическое раздражение, сопровождающаяся опасными расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.п. Такое состояние может продолжаться от нескольких минут до суток.

# Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

*Варианты прохождения электрического тока по телу*



Верхняя петля  
прохождения тока



Нижняя петля  
прохождения тока



Полная (W-образная)  
петля прохождения  
тока

Основные факторы:

- величина электрического тока;
- величина напряжения, воздействующего на организм;
- электрическое сопротивление тела человека;
- длительность воздействия тока на организм;
- род и частота тока;
- путь протекания тока в теле;
- психофизиологическое состояние организма, его индивидуальные свойства;
- состояние и характеристика окружающей среды

# **Производственные помещения по опасности поражения эл.током подразделяются на:**

- **Помещения с повышенной опасностью:**
  - сырые (влажность более 75%),
  - жаркие ( $T^0 > 25^0\text{C}$ ),
  - пыльные,
  - токопроводящие полы,
  - возможность одновременного прикосновения к корпусам и заземлителям.
- **Особо опасные помещения:**
  - влажность стремится к 100%,
  - есть 2 и более признаков для помещений с повышенной опасностью.
- **Помещения без повышенной опасности.**

# Оценка опасности поражения электрическим током

Оценка опасности электропоражения заключается в расчете (или измерении) протекающего через человека тока или напряжения прикосновения и сравнении эти величин с предельно допустимыми их значениями в зависимости от продолжительности воздействия тока.



# Оценка опасности поражения электрическим током

Оценка позволяет:

1. Установить необходимость тех или иных мер защиты
2. При необходимости произвести выбор и расчет требуемых методов и средств

Оценка осуществляется в 2-х режимах:

- Нормальный режим работы;
- Аварийный режим работы

# Оценка опасности поражения электрическим током

Предельно допустимые значения прикосновения и тока через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы установок.

Род и частота Тока	Наибольшие допустимые значения (нормальный режим)	
	U, В	I, мА
Переменный, 50 Гц	<b>2</b>	<b>0,3</b>
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	<b>8</b>	<b>1,0</b>

Время воздействия не более 10 минут в сутки

# Оценка опасности поражения электрическим током

Предельно допустимые значения прикосновения и тока через тело человека при аварийном режиме работы установок.

Род и частота тока	Нормируемая величина	Наибольшие допустимые значения при продолжительности воздействия, с						
		0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	Более 1,0
Переменный, 50 Гц	U, В	500	250	125	85	65	50	<b>42</b>
	I, мА	500	250	125	85	65	50	<b>6</b>
Переменный, 400 Гц	U, В	500	500	250	170	130	100	42
	I, мА	500	500	250	170	130	100	8
Постоянный	U, В	500	400	300	240	220	210	<b>50</b>
	I, мА	500	400	300	240	220	210	<b>15</b>



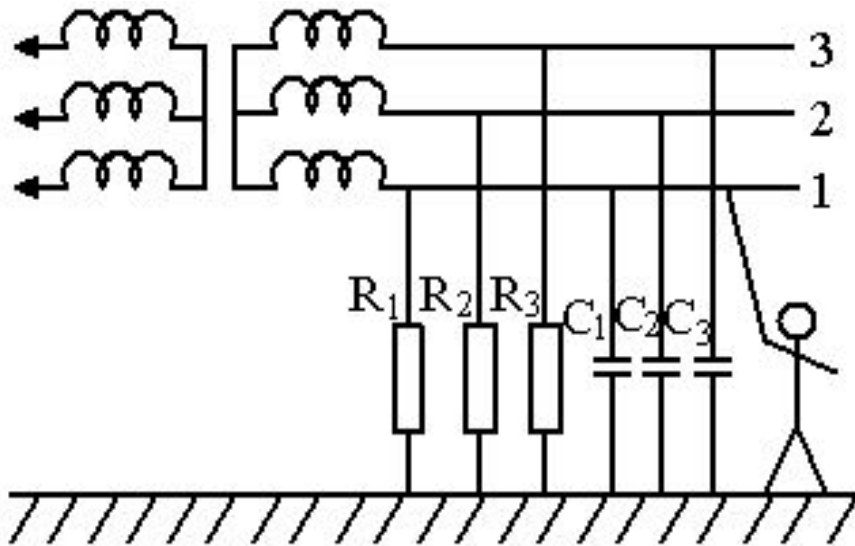
# Виды электрических сетей

- В зависимости от
  - количества проводов в сети и
  - источника электрической энергии

выделяют:

1. Трехфазные (трехпроводные или четырехпроводные) сети
2. Однофазные сети (переменного или постоянного тока)

# Оценка опасности поражения электрическим током

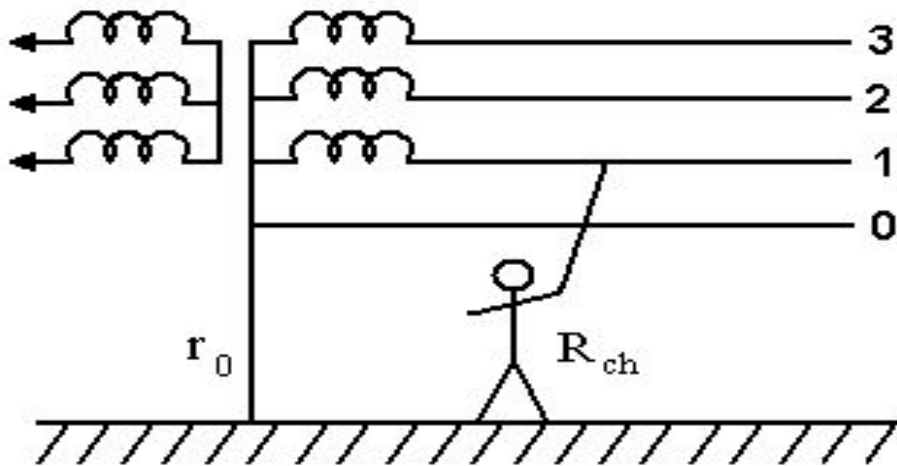


$$I_h = \frac{3 \cdot U_\phi}{3 \cdot R_{ch} + Z}$$

Если цепь небольшой протяженности, то комплексной частью сопротивления  $Z$  можно пренебречь

Трехфазная сеть с изолированной нейтралью при нормальном режиме работы, т.е. при сопротивлении изоляции фазных проводов по отношению к земле  $Z \geq 500$  кОм в сетях напряжением до 1000В.

# Оценка опасности поражения электрическим током

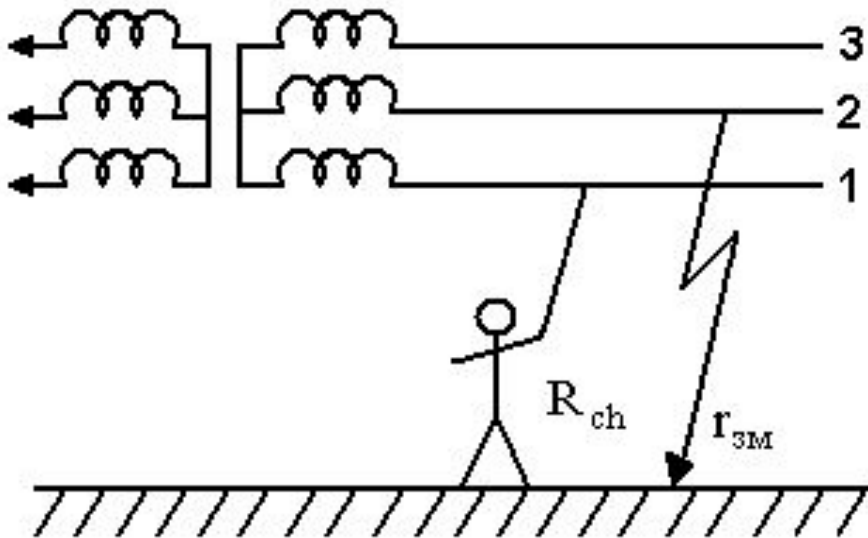


$$I_h = \frac{U_\phi}{R_{ch} + r_0}$$

$$I_h \approx \frac{U_\phi}{R_{ch}}$$

Трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью при нормальном режиме работы.

# Оценка опасности поражения электрическим током



$$I_h = \frac{U_{л}}{R_{ch} + r_{зм}}$$

$$U_{пр} = U_{л}$$

Трехфазная сеть с изолированной нейтралью при аварийном режиме работы (одна из фаз замкнута на землю через сопротивление замыкания)

# Оценка опасности поражения электрическим током

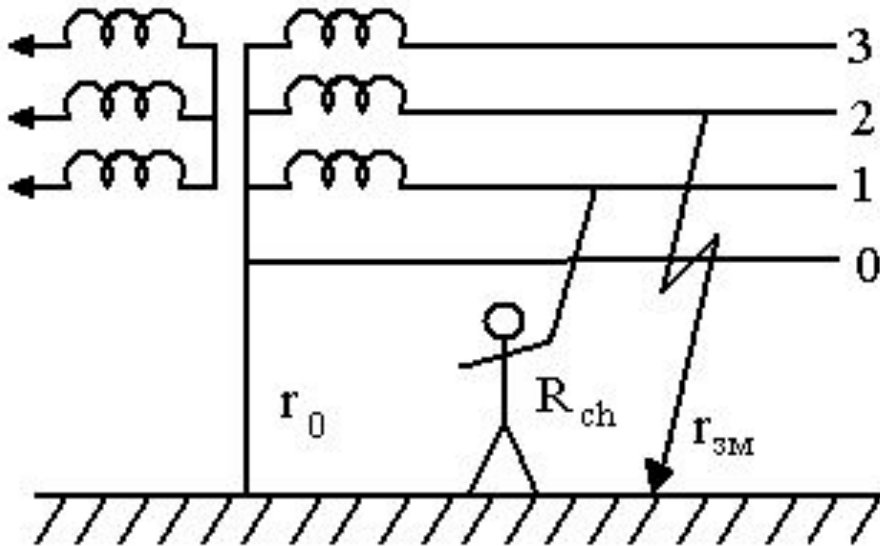
При  $r_{зм} \gg r_0$

$$I_h \approx \frac{U_\phi}{R_{ch}}; \quad U_{np} \rightarrow U_\phi$$

При  $r_{зм} \ll r_0$

$$I_h \approx \frac{U_l}{R_{ch}}; \quad U_{np} \rightarrow U_l$$

$$U_l > U_{np} > U_\phi$$



Трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью при аварийном режиме работы (одна из фаз замкнута на землю)

# Оценка опасности поражения электрическим током

## Выводы:

### 1. В нормальном режиме работы

3-х фазная трехпроводная сеть с изолированной нейтралью более безопасна чем 3-фазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью.

### 2. В аварийном режиме работы:

3-фазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью более безопасна чем 3-х фазная трехпроводная сеть с изолированной нейтралью.

# Выбор схемы и режима нейтрали в 3-фазных сетях

Выбор сети осуществляется исходя из  
двух требований:

1. Безопасность
2. Технологичность (удобство в эксплуатации)

# Оценка опасности поражения электрическим током

На практике применяются следующие электрические сети:

- трехфазная трехпроводная сеть с изолированной нейтралью (обычно в небольших лабораториях, производственных участках, где используются только трехфазные потребители и когда обеспечивается сопротивление изоляции фазных проводов такой сети по отношению к земле не менее 500 кОм);
- трехфазная четырехпроводная сеть с заземленной нейтральностью (практически на всех предприятиях, жилых и общественных помещениях);
- трехфазная четырехпроводная сеть с изолированной нейтралью, как исключение, в передвижных установках.



# Способы и средства обеспечения электробезопасности



Электробезопасность персонала обеспечивается:

1. Конструкцией электроустановок,
2. Организационными и техническими мероприятиями,
3. Техническими способами, средствами и приспособлениями.

# Способы и средства обеспечения электробезопасности

Требования электробезопасности к конструкции и устройству электроустановок устанавливаются нормативными документами (стандарты, правила, нормы и др.) и технологическими условиями на электротехнические изделия (выбор материалов, размещение деталей, обработка и т.п.).

# Способы и средства обеспечения электробезопасности

**Организационные мероприятия включают в себя:**

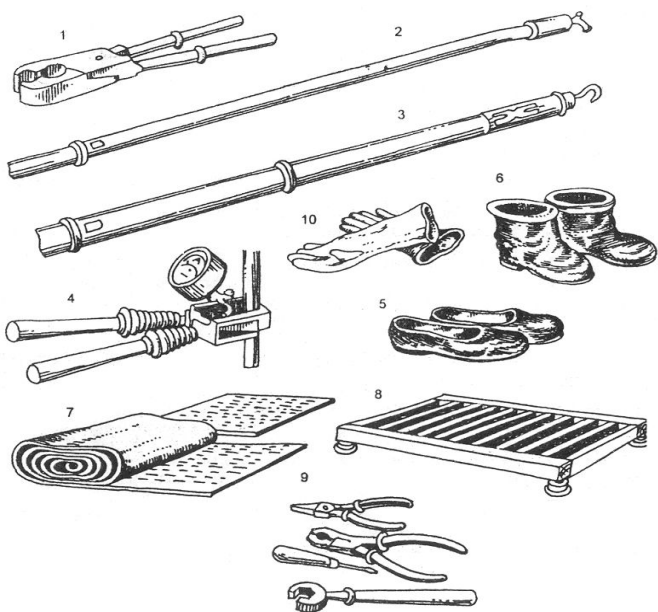
- ✓ требования к персоналу;
- ✓ назначение лиц, ответственных за организацию и производство работ;
- ✓ оформление наряда (распоряжения) на производство работ;
- ✓ осуществление допуска к проведению работ;
- ✓ организацию надзора за проведением работ и др.

# Способы и средства обеспечения электробезопасности

**Технические мероприятия в действующих установках со снятым напряжением** при работах в электроустановках или вблизи их – это отключение установки (или ее части) от источника; механическое запираение приводов отключающих коммутационных аппаратов; снятие предохранителей; отсоединение концов питающих линий; установка знаков безопасности и ограждений; применение заземления и др.

**Технические мероприятия при выполнении работ под напряжением** включают в себя применение изолирующих, ограждающих и вспомогательных защитных средств.

# Способы и средства обеспечения электробезопасности



**Изолирующие защитные средства** служат для изоляции персонала от частей электрооборудования или проводов сети, находящихся под напряжением, а также для изоляции человека от земли .

Изолирующие средства делятся на основные и дополнительные.

**Основные средства** - это такие средства, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и при помощи которых допускаются работы в электроустановках под напряжением и изолируют главным образом руки работающих от токоведущих частей или частей, оказавшихся под напряжением

# Способы и средства обеспечения электробезопасности

К **дополнительным защитным изолирующим средствам** относятся средства, которые сами по себе не могут обеспечить электробезопасность и лишь дополняют защитную роль основных изолирующих средств, изолируя ноги работающих от земли. К дополнительным защитным изолирующим средствам относятся диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки и т.п.

# Способы и средства обеспечения электробезопасности

При работах на отключенном оборудовании во избежание электропоражения при ошибочной подаче на него напряжения или появлении наведенного напряжения применяются **временные заземления и закоротки** и **переносные**.

**Предупредительные плакаты** служат для предупреждения персонала об опасности, напоминания о принятых мерах безопасности, запрещения подачи напряжения и т.п.

Не подходи! Нахождение в зоне оборванных проводов может привести к печальным последствиям.  
Якын килмэ! Өзелгэн чыбыкка якын килү тормышыңа куркыныч тудыра.



При соприкосновении с оборванными или провисшими проводами, или даже при приближении к лежащему на земле проводу, человек попадает под действие электрического тока и может быть поражен им. Провод-человек-земля-это путь по которому пройдет электрический ток.

# Способы и средства обеспечения электробезопасности

## **Для защиты от поражения электрическим током**

при эксплуатации различного технологического оборудования, использующего электрическую энергию, применяется ряд технических методов (способов), основными из которых являются:

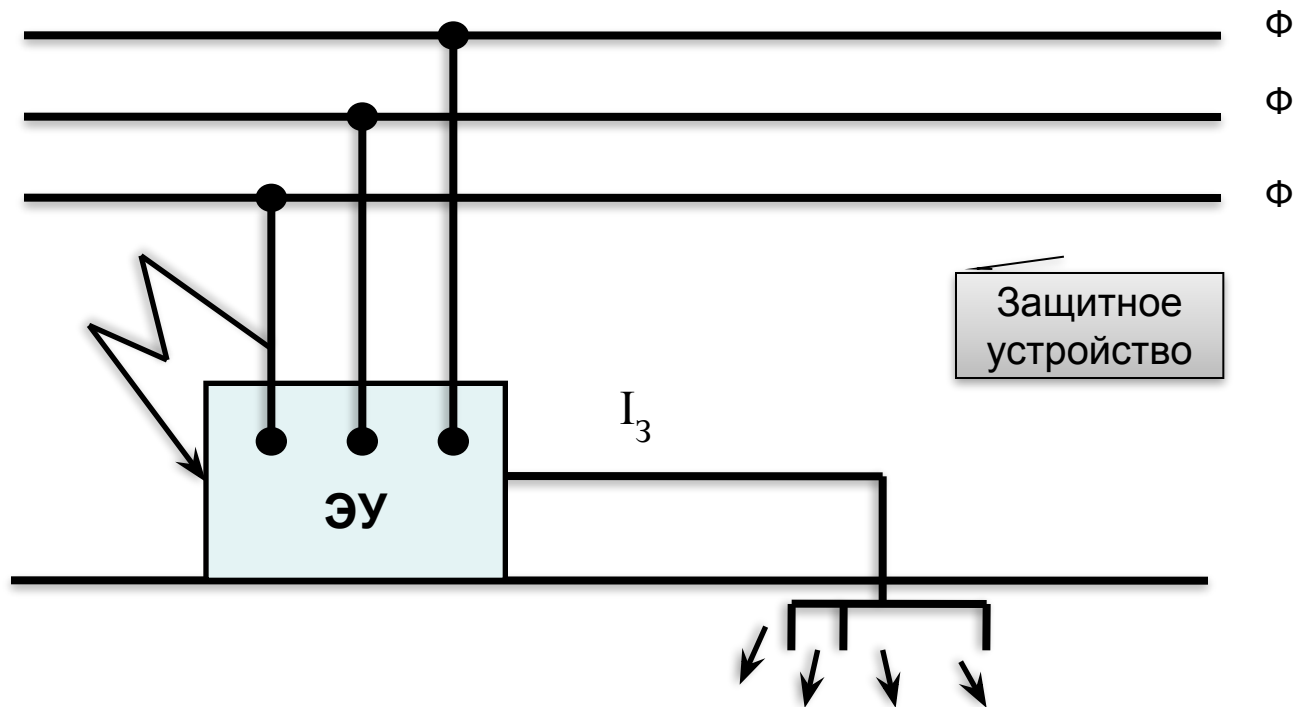
1. Защитное заземление;
2. Зануление;
3. Устройства защитного отклонения (УЗО)
4. Применение малых напряжений для электропитания технических установок, оборудования и ручного инструмента;
5. Электрическое разделение сетей и др



# Защитное заземление

**Защитное заземление** – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

**Назначение защитного заземления** это устранение опасности поражения человека электрическим током при появлении напряжения на оборудовании, т.е. при замыкании фазы на корпус.



# Защитное заземление

Опасность поражения снижается за счет:

1. Автоматического снижения напряжения на корпусе относительно земли до значения:

$$U_k = I_3 * R_3$$

(большая часть тока протекает через меньшее сопротивление, т.е. через защитное заземление, а не человека).

2. Образование напряжения на поверхности земли за счет растекания тока от заземлителя.

# Способы и средства обеспечения электробезопасности

Защитное заземление применяется в сетях, изолированных от земли.

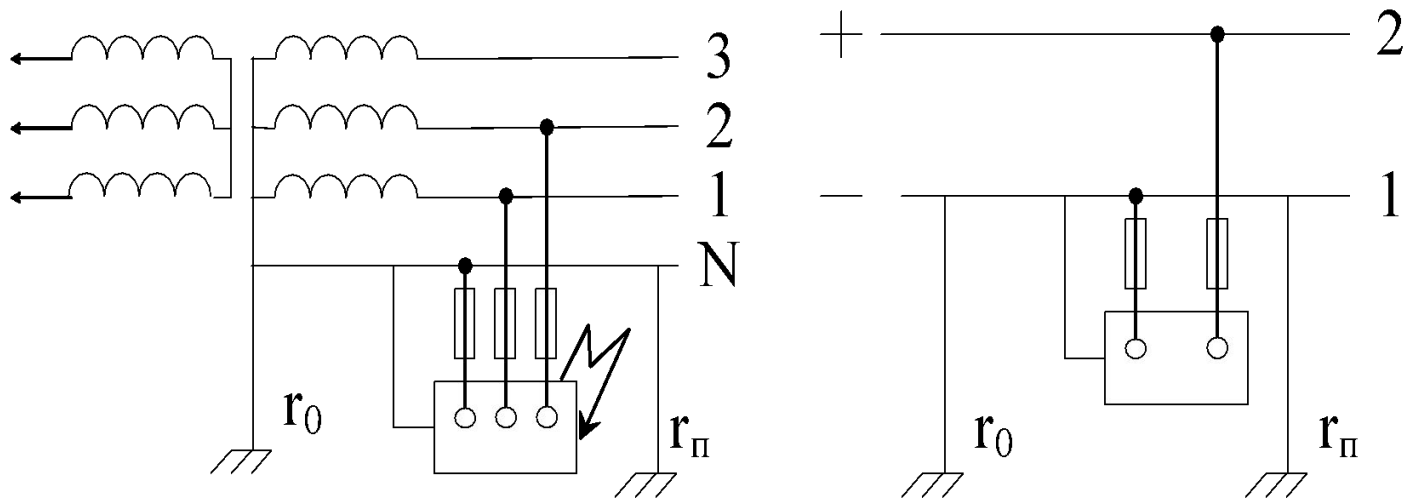
Заземлению подлежат:

- корпуса и другие части электрооборудования, на которых может оказаться напряжение,
  - во всех случаях при величине номинального напряжения электропитания 380 В переменного тока и 440 В постоянного тока и выше;
- при номинальных напряжениях равных и выше 42 В (50 Гц)
- 110 В помещениях с признаками повышенной и особой опасности и в наружных условиях;
- во взрывоопасных помещениях при любых значениях постоянного и переменного напряжения.

# Зануление

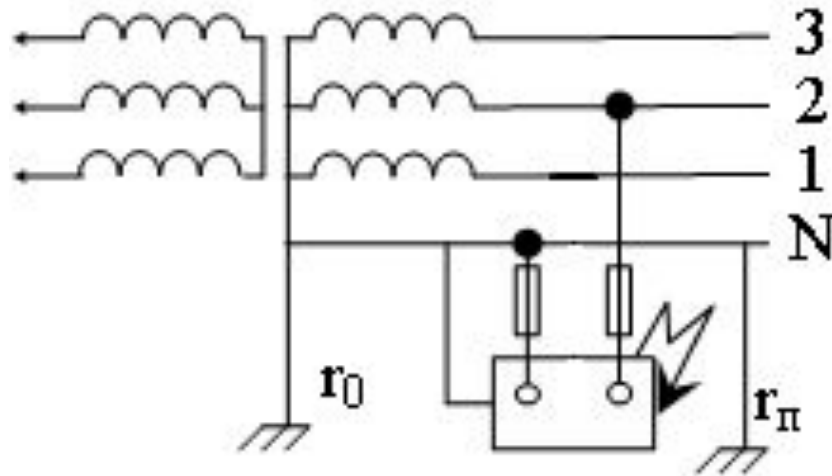
**Зануление** - преднамеренное соединение с нулевым защитным проводом нетоковедущих частей установки, которые могут оказаться под напряжением.

**Назначение зануления**— устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением относительно земли вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.



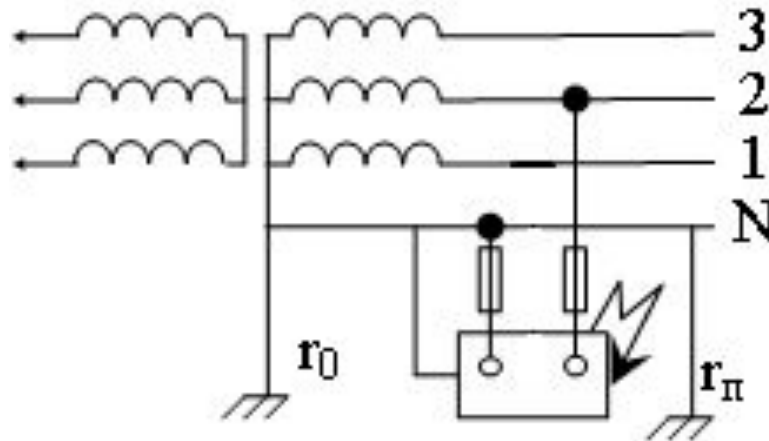
# Зануление

Нулевой защитный проводник - проводник, соединяющий зануляемые части оборудования с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока. В 3-х фазных цепях в качестве одного используется **НЕЙТРАЛЬ!**



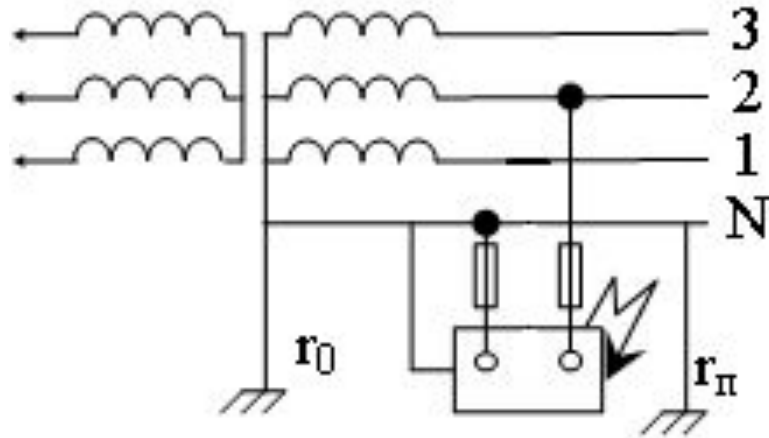
# Зануление

**Принцип действия зануления**— превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (т. е. замыкание между фазным и нулевым защитным проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную электроустановку от питающей сети (**ПРИНЦИП «Слабого звена»**).



Такой защитой являются плавкие предохранители или автоматы максимального тока, устанавливаемые для защиты от токов короткого замыкания; магнитные пускатели со встроенной тепловой защитой; контакторы в сочетании с тепловыми реле, осуществляющие защиту от перегрузки; автоматы с комбинированными расцепителями, осуществляющие защиту одновременно от токов короткого замыкания и перегрузки.

# Зануление



**Повторное заземление нулевого провода** — это заземление, выполненное через определенные промежутки по всей длине нулевого провода.

Повторное заземление **не влияет на отключение** поврежденного оборудования.

Однако **оно позволяет снизить напряжение** нулевого провода и зануленного оборудования относительно земли при замыкании фазы на корпус как при нормальном режиме, так и при обрыве нулевого провода.

# Зануление

осуществляет два защитных действия:

1. Быстрое автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети
2. Снижение напряжения зануленных металлических нетоковедущих частей, оказавшихся под напряжением, относительно земли.

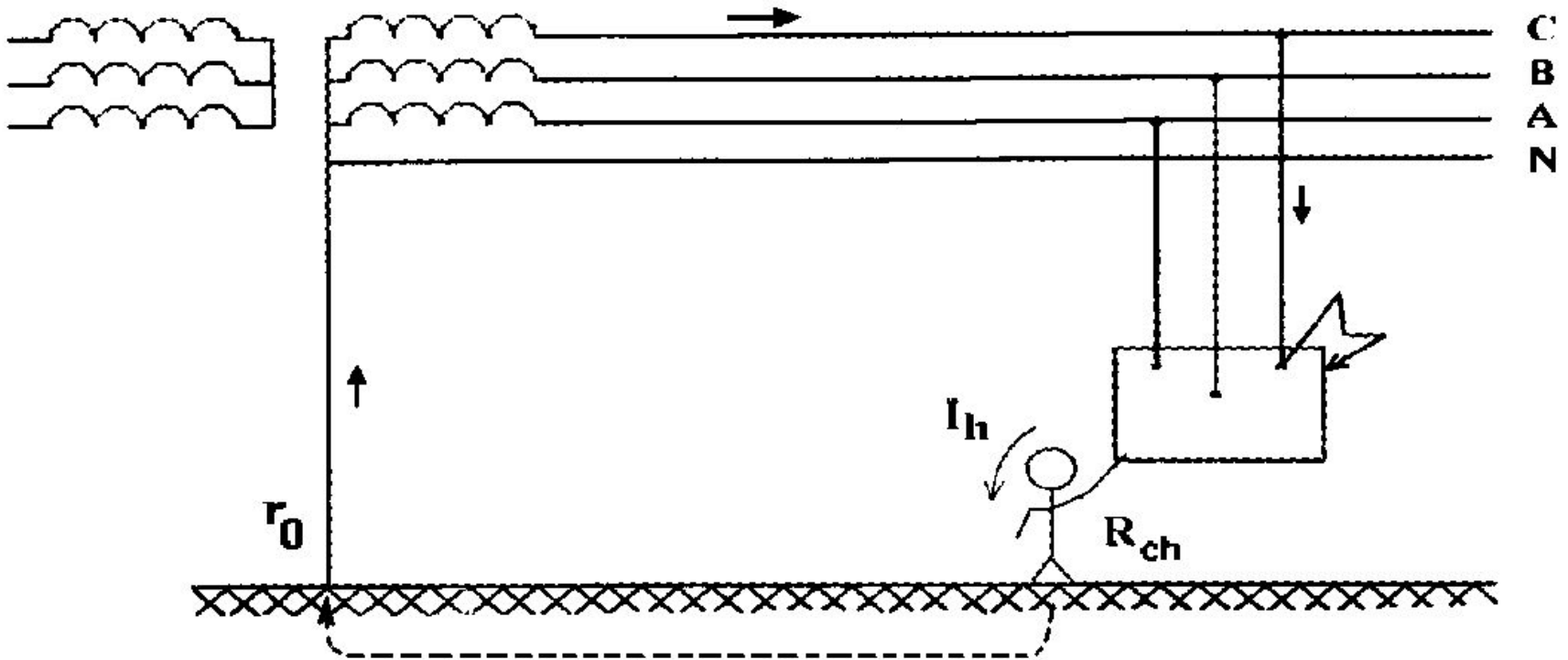


# Область применения Зануления:

- При номинальных напряжениях электропитания 380В и выше переменного тока, 440 В и выше постоянного тока – во всех случаях (кроме случаев, оговоренных ниже);
- При номинальных напряжениях электропитания, равных и выше 42 В переменного тока, равных и выше 110 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и при наружных условиях эксплуатации оборудования;
- При всех напряжениях переменного и постоянного тока во взрывоопасных зонах (помещениях).

Строго все мы помни что:  
**ЗАНУЛЕНИЕ**  
применяется только в сетях....  
**КАКИХ?**

# Правильно



3-х фазных 4-х проводных с глухозаземленной нейтралью

# Устройство защитного отключения (УЗО)

Это быстродействующая защита, которая обеспечивает автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током.

Такая опасность может возникнуть:

- ✓ при замыкании фазы на корпус оборудования,
- ✓ при снижении сопротивления изоляции фазовых, проводов ниже определенного предела,
- ✓ при появлении в сети более высокого напряжения,
- ✓ при прикосновении человека к токоведущей части.

Во всех этих случаях в сети происходит изменение (броски, импульсы) энергетических параметров: напряжения и силы тока.

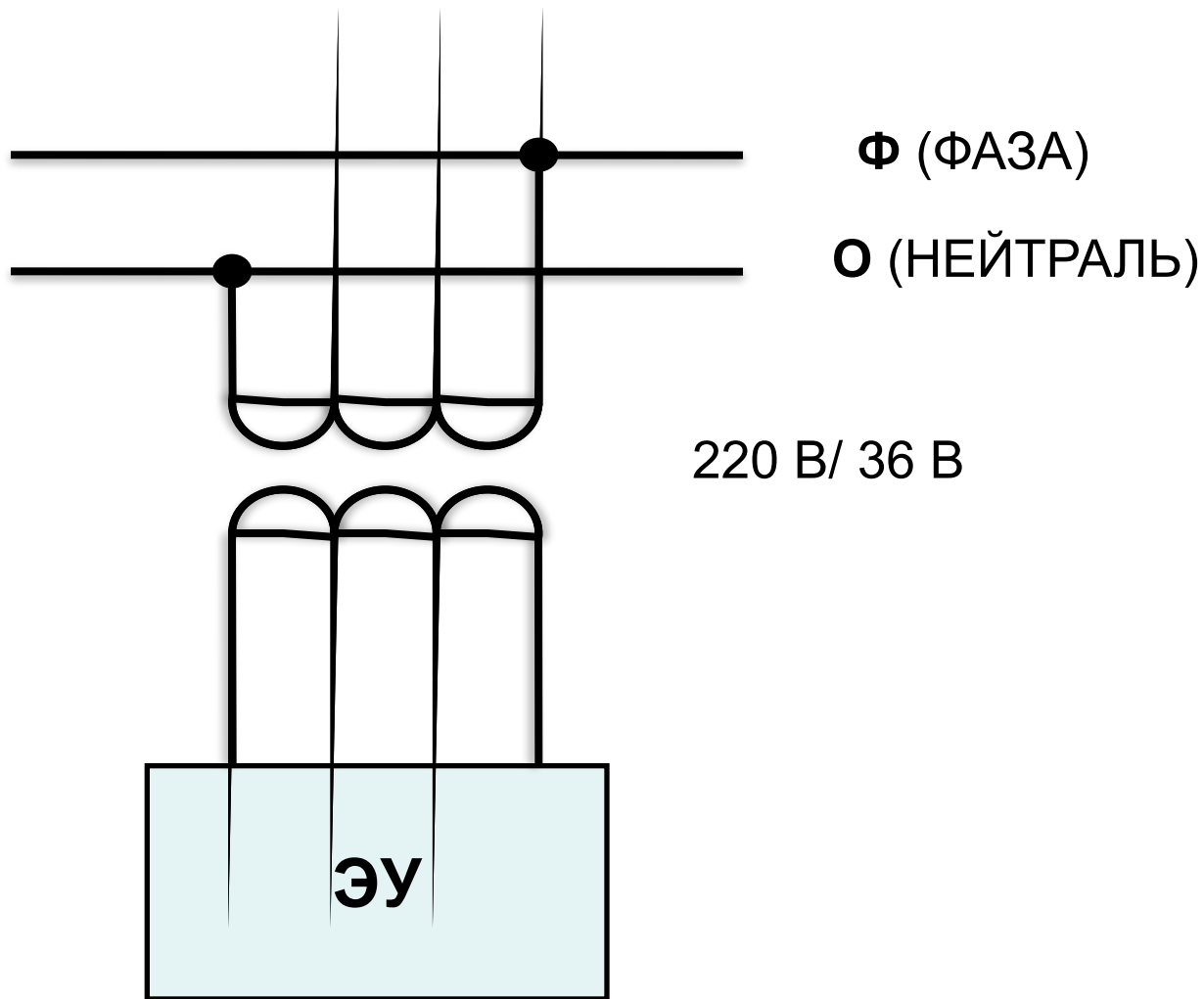
# Устройства защитного отключения (УЗО):

- ✓ обеспечивают отключение неисправной установки за время не более 0,2 секунды,
- ✓ состоят из чувствительного прибора и автоматического выключателя,
- ✓ являются дополнительной мерой к заземлению или занулению в сетях до 1000 В,
- ✓ реагируют на броски напряжения корпуса относительно земли,
- ✓ реагируют на броски силы тока в цепи  
и на другие параметры сети.

# Защитное отключение



# Применение малого напряжения



# Меры первой помощи пострадавшим от электрического тока

Первая доврачебная помощь при несчастных случаях от поражения электрическим током состоит из двух этапов:

- I. освобождение пострадавшего от действия тока;
- II. оказание пострадавшему медицинской помощи.





**Обесточить пострадавшего.  
(Не забывай о собственной безопасности!)**

**При отсутствии пульса на сонной артерии — нанести удар кулаком по груди и приступить к реанимации.**

**При коме — повернуть на живот.**

**При электрических ожогах и ранах — наложить повязки.  
При переломах костей конечностей — шины.**

**Вызвать «Скорую помощь».**

## **НЕДОПУСТИМО!**

- ПРИКАСАТЬСЯ К ПОСТРАДАВШЕМУ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЕСТОЧИВАНИЯ.**
- ПРЕКРАЩАТЬ РЕАНИМАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДО ПОЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СМЕРТИ.**

## ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ (НАПРЯЖЕНИЕ СВЫШЕ 1000 В)

Это поражение током при напряжении свыше 1000 В, а также атмосферным электричеством. Такая электротравма сопровождается тяжелыми ожогами не только кожи, но и глубоко расположенных тканей: мышц, костей, внутренних органов, вплоть до их обугливания. Нередки глубокие кровоизлияния, переломы костей. Внешне эти проявления незаметны, однако впоследствии состояние пострадавшего может резко ухудшиться.

### ОСВОБОЖДЕНИЕ ОТ ТОКОВЕДУЩЕГО ЭЛЕМЕНТА



Спасатель должен надеть диэлектрические боты, работать в диэлектрических перчатках. Действовать необходимо изолирующей штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение. Остальные меры предосторожности те же, что и при низковольтной травме.

## НИЗКОВОЛЬТНАЯ (НАПРЯЖЕНИЕ ДО 1000 В)



### СПОСОБЫ ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ ТОКОВЕДУЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

- Любым сухим предметом, не проводящим ток: палкой, доской, канатом и т.д.
- Оттащить пострадавшего за воротник или палу одежды.
- Перерубить провод топором с сухим деревянным топорачем.
- Перекусить (каждую фазу отдельно!) кусочками с изолированными рукоятками.



### ПОСЛЕ ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ ПРОВОДНИКА ПОСТРАДАВШЕМУ ОКАЗЫВАЕТСЯ ПОМОЩЬ:

- при клинической смерти - первая реанимационная помощь в полном объеме;
- при отсутствии клинической смерти - первая медицинская помощь по показаниям;
- обеспечение полного покоя; вызов скорой медицинской помощи;
- госпитализация.



При ожогах осторожно разрезают обугленную одежду ножницами, обработанными в спирте. На ожоговую рану накладывают стерильную повязку из тщательно проглаженной утюгом салфетки, куска простыни, наволочки.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** касаться ожоговой раны пальцами или какими-либо предметом, удалить обугленные участки кожи, вскрывать пузыри!

При глубоких и обширных ожогах, обугливанием тканей с переломом костей пострадавшего срочно эвакуируют в лечебное учреждение. Необходимо соблюдать правила транспортной иммобилизации, обеспечить щадящий режим доставки и постоянный контроль.



- I** Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии — **ПРИСТУПИТЬ К РЕАНИМАЦИИ**
- II** Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии — **ПОВЕРНУТЬ НА ЖИВОТ И ОЧИСТИТЬ РОТОВУЮ ПОЛОСТЬ**
- III** При артериальном кровотечении — **НАЛОЖИТЬ ЖГУТ**
- IV** При наличии ран — **НАЛОЖИТЬ ПОВЯЗКИ**
- V** Если есть признаки переломов костей конечностей — **НАЛОЖИТЬ ТРАНСПОРТНЫЕ ШИНЫ**

## **ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ДЫХАНИЯ**

Марлей или платком освободи полость рта пострадавшего от инородных тел (сгустки крови, слизь, рвотные массы, выбитые зубы и др.).



Зажми нос пострадавшего, захвати подбородок, запрокинь его голову и сделай быстрый полный выдох в рот (лучше через марлю или платок).







## ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

### ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ НАРУЖНОГО НЕПРЯМОГО МАССАЖА СЕРДЦА

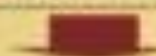


При отсутствии  
у пострадавшего пульса  
необходимо производить  
наружный массаж сердца

WWW.VENTA2.RU



Уложить спиной на жесткую  
поверхность



Снять стесняющие дыхание  
предметы одежды



Нанести удар кулаком  
по груди



Верхний край ладони правой  
руки положить на нижнюю  
треть груди



Поверх правой  
положить левую руку и  
надавливать на грудную  
клетку пострадавшего

## ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ НАРУЖНОГО МАССАЖА СЕРДЦА



Ладонями,  
наложенными  
одна на другую,  
прямыми руками  
резкими толчками  
надавливай  
на область  
нижней трети  
грудины.



Глубина  
продавливания  
грудной клетки  
– не менее 3-4 см.  
Частота  
надавливания  
– 60-70  
надавливаний  
в минуту.









