

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ  
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Применяемые в электроустановках электрооборудование, электротехнические изделия и материалы должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке.

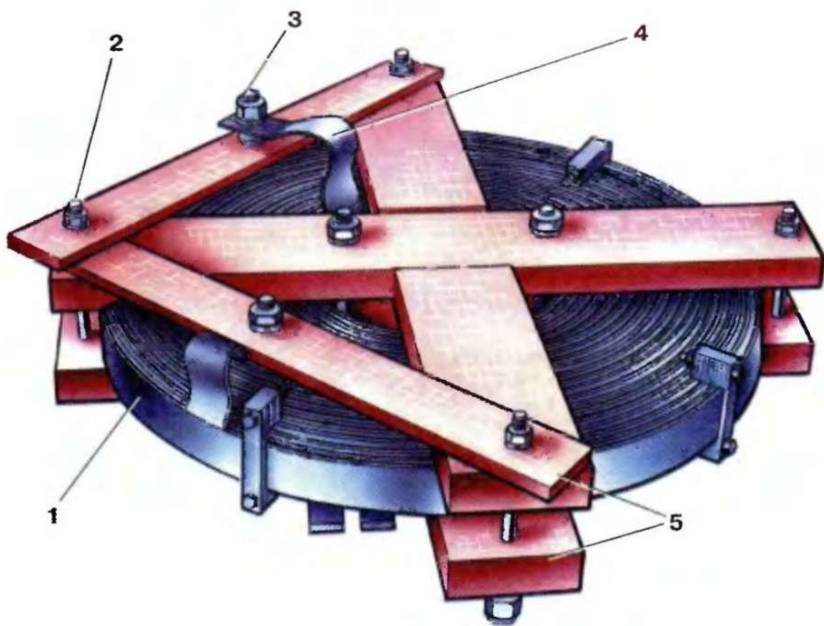
Конструкция, исполнение, способ установки, класс и характеристики изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования (а также кабелей и проводов) должны соответствовать:

- 1) параметрам сети или электроустановки;
- 2) режимам работы;
- 3) условиям окружающей среды;
- 4) требованиям соответствующих глав ПУЭ.

Электроустановки должны удовлетворять требованиям действующих нормативных документов об охране окружающей природной среды по следующим критериям:

- шум;
- вибрация;
- напряженность электрического и магнитного полей;
- электромагнитная совместимость.


Для защиты от влияния электроустановок должны предусматриваться меры в соответствии с требованиями норм допустимых промышленных радиопомех и правил защиты устройств связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи

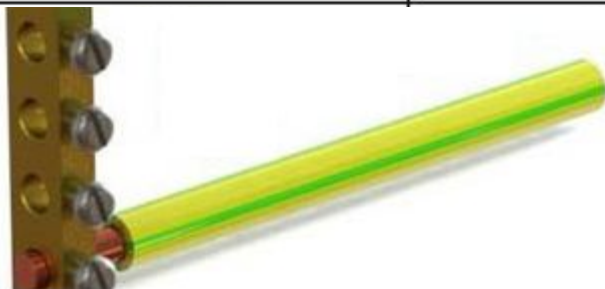


В электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка).

Для цветового и цифрового обозначения отдельных изолированных или неизолированных проводников должны быть использованы цвета и цифры в соответствии с ГОСТ Р 50462 "Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям"


Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в т.ч. шины, должны иметь буквенное обозначение РЕ и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов

Защитный проводник	РЕ	желто-зеленый 	GNYE
PEL-проводник	PEL		
PEM-проводник	PEM		



Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой N и голубым цветом.

Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.

<i>PEN-проводник</i>	<i>PEN</i>		<i>BU</i>
----------------------	------------	---	-----------



Нулевой рабочий - N

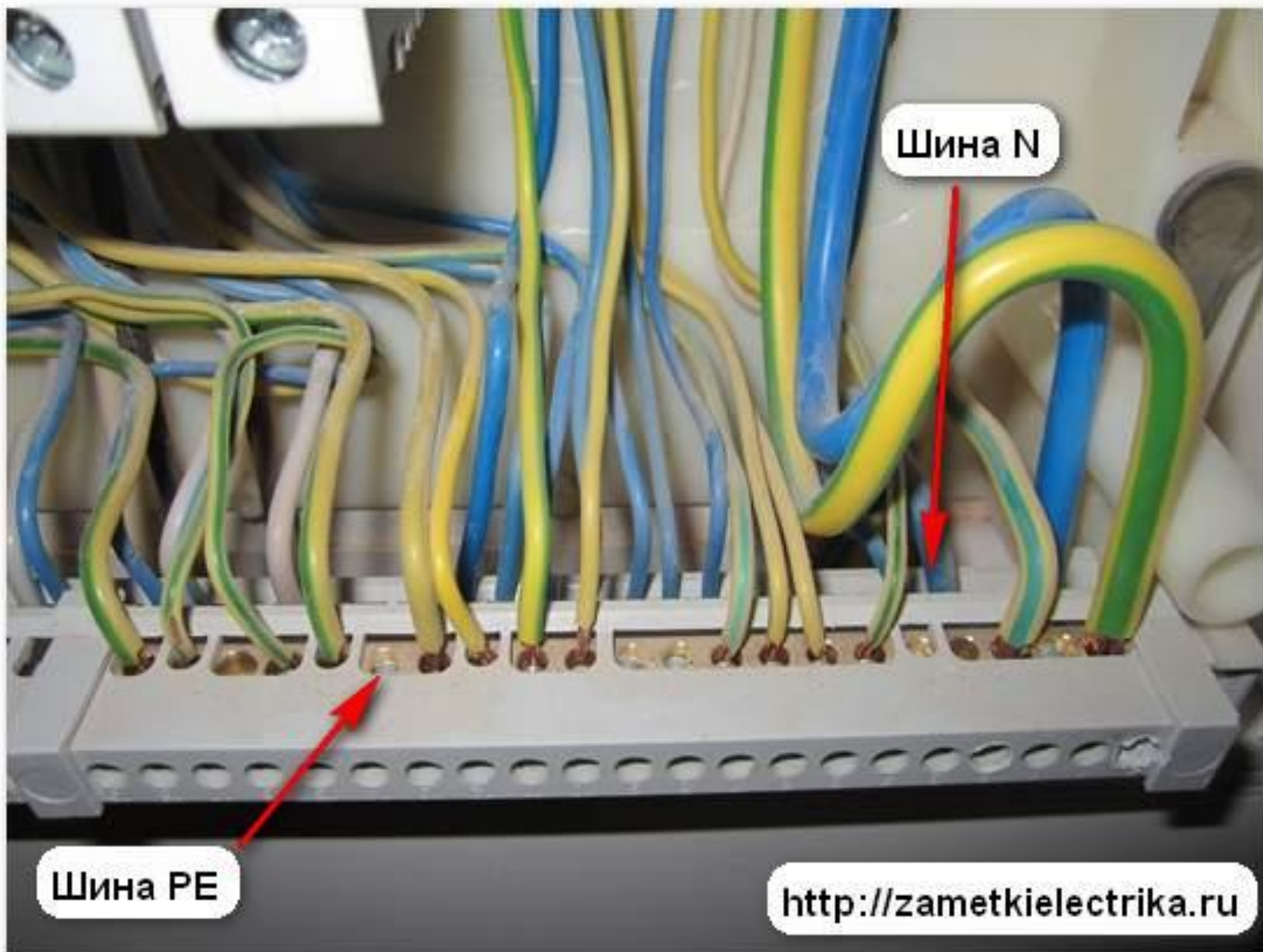


Нулевой защитный - PE  
(заземляющий)



Совмещенный нулевой  
рабочий и защитный  
PEN





Шина N

Шина PE

<http://zametkielectrika.ru>

ВРУ- 0,4 (кВ)

Нулевая шина

<http://zametkielectrika.ru>

Главная  
заземляющая шина  
(ГЗШ)

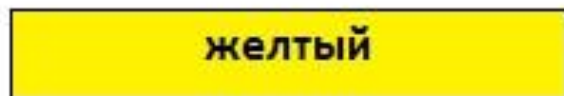


При переменном трехфазном токе провода фаз обозначаются:

А - желтым цветом;

В – зеленым цветом;

С - красным цветом



желтый

Фаза "А"



зеленый

Фаза "В"






красный

Фаза "С"

<- Из ПУЭ

Из МЭК 60445:2010 ->

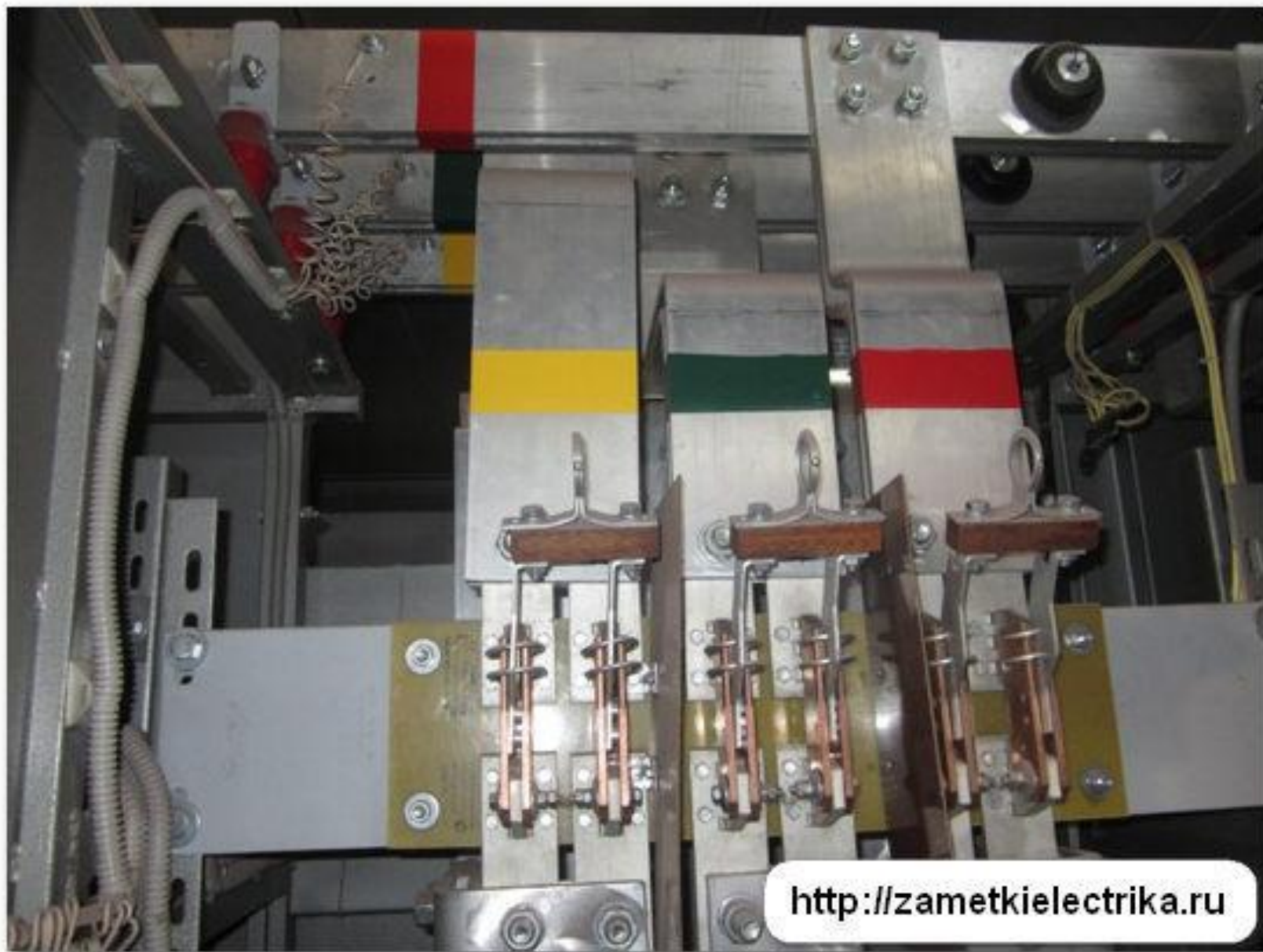
Фаза	
Фаза	
Фаза	



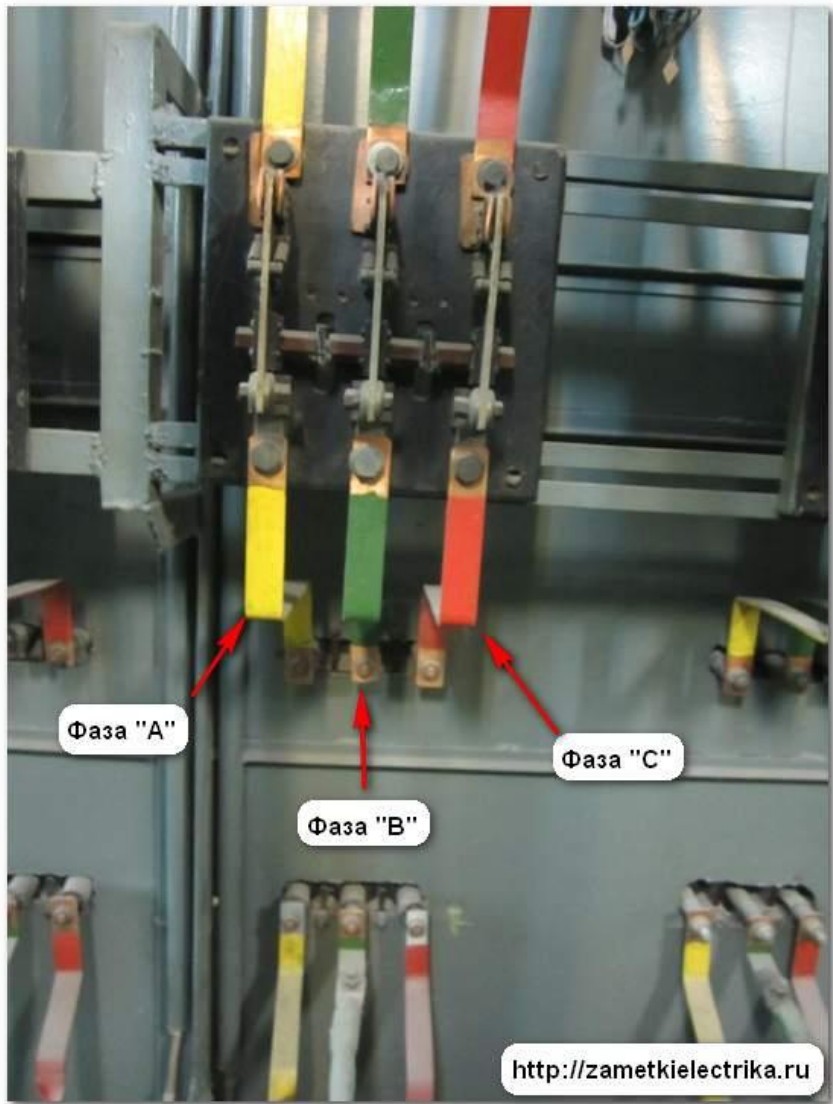


Сборные шины 10 (кВ)

<http://zametkielectrika.ru>



<http://zametkielectrika.ru>





При переменном однофазном токе шина В, присоединенная к концу обмотки источника питания, - красным цветом, шина А, присоединенная к началу обмотки источника питания, - желтым цветом

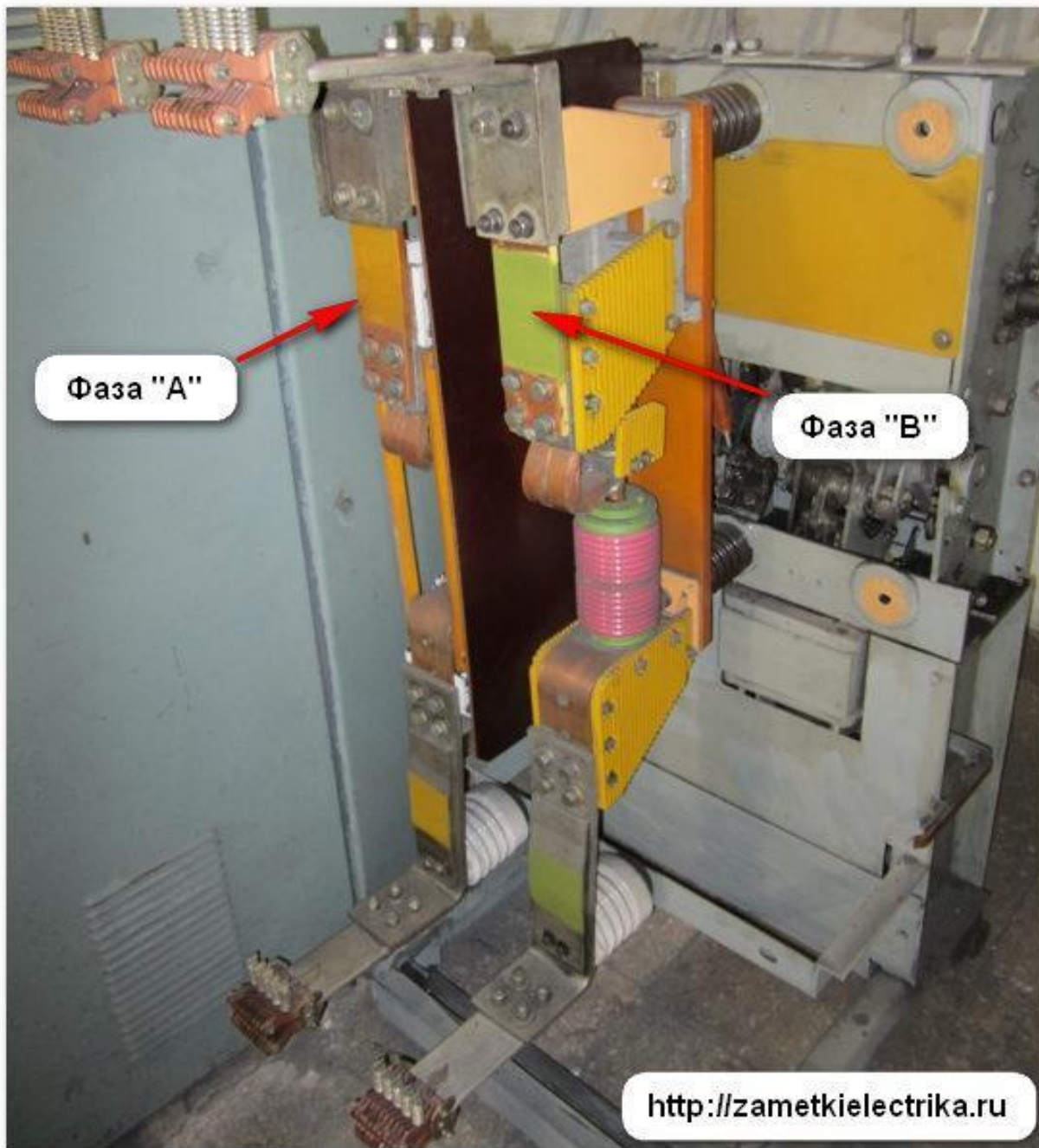
Шина фазы В, присоединенная к концу обмотки источника питания



Шина фазы А, присоединенная к началу обмотки источника питания



<http://zametkielectrika.ru>



Фаза "A"

Фаза "B"

<http://zametkielectrika.ru>



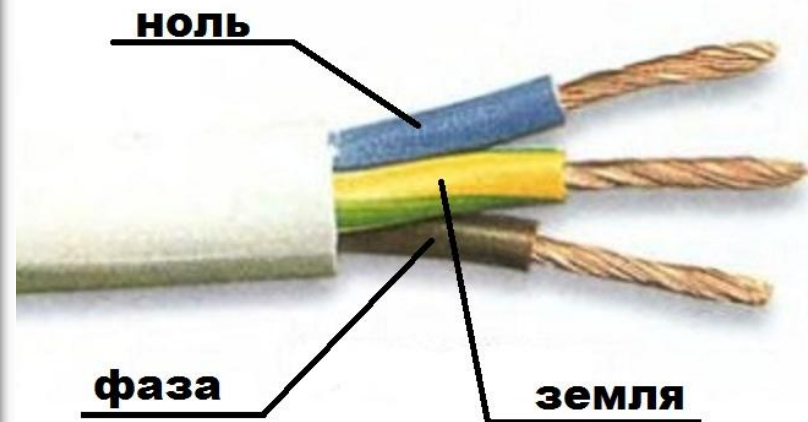
## ГОСТ 33542-2015 (IEC 60445:2010):

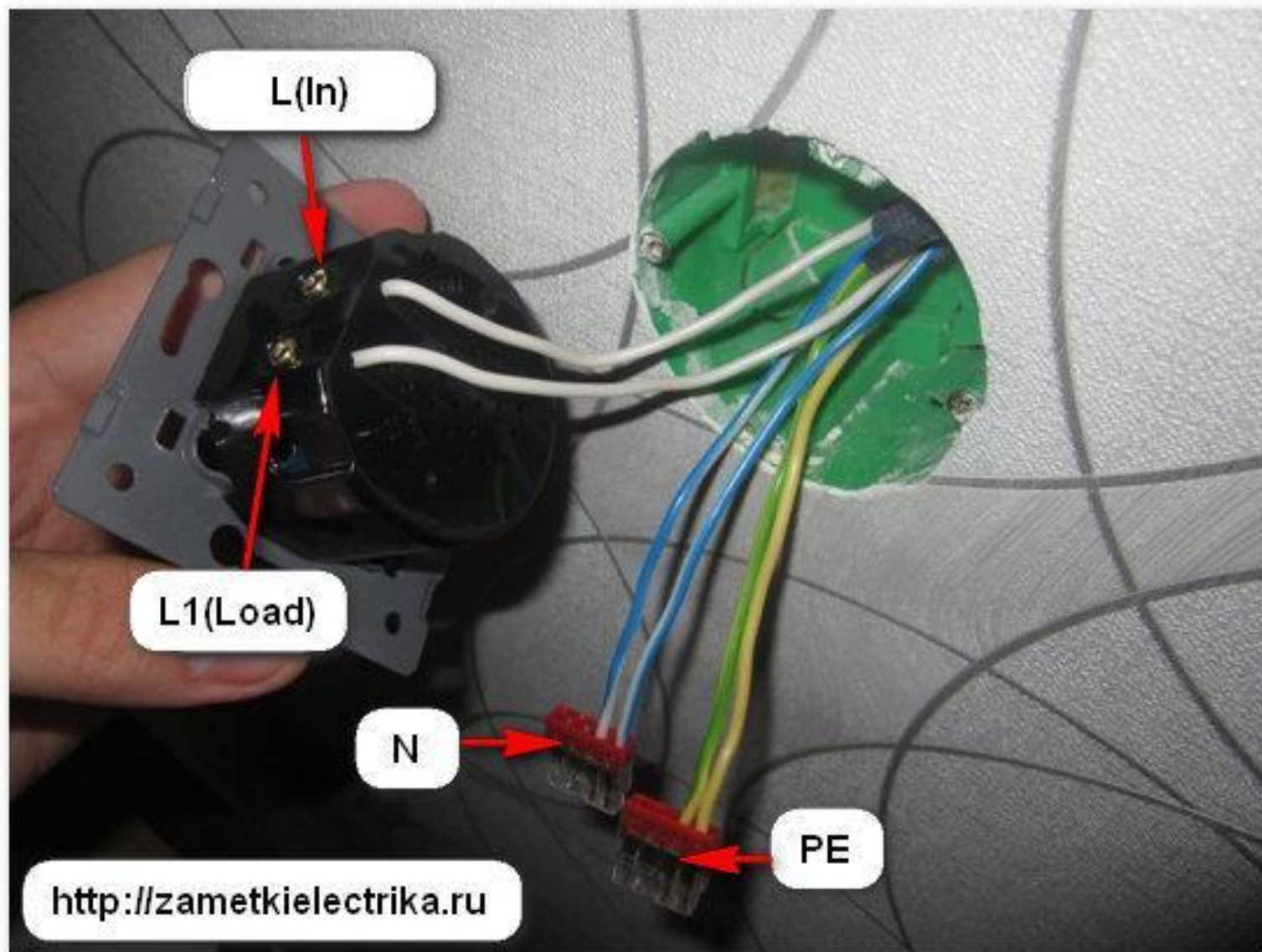
*6.2.1 Для идентификации проводников запрещено использовать по отдельности желтый цвет и зеленый цвет. Желтый и зеленый цвета следует применять только в комбинации желто-зеленого цвета.*

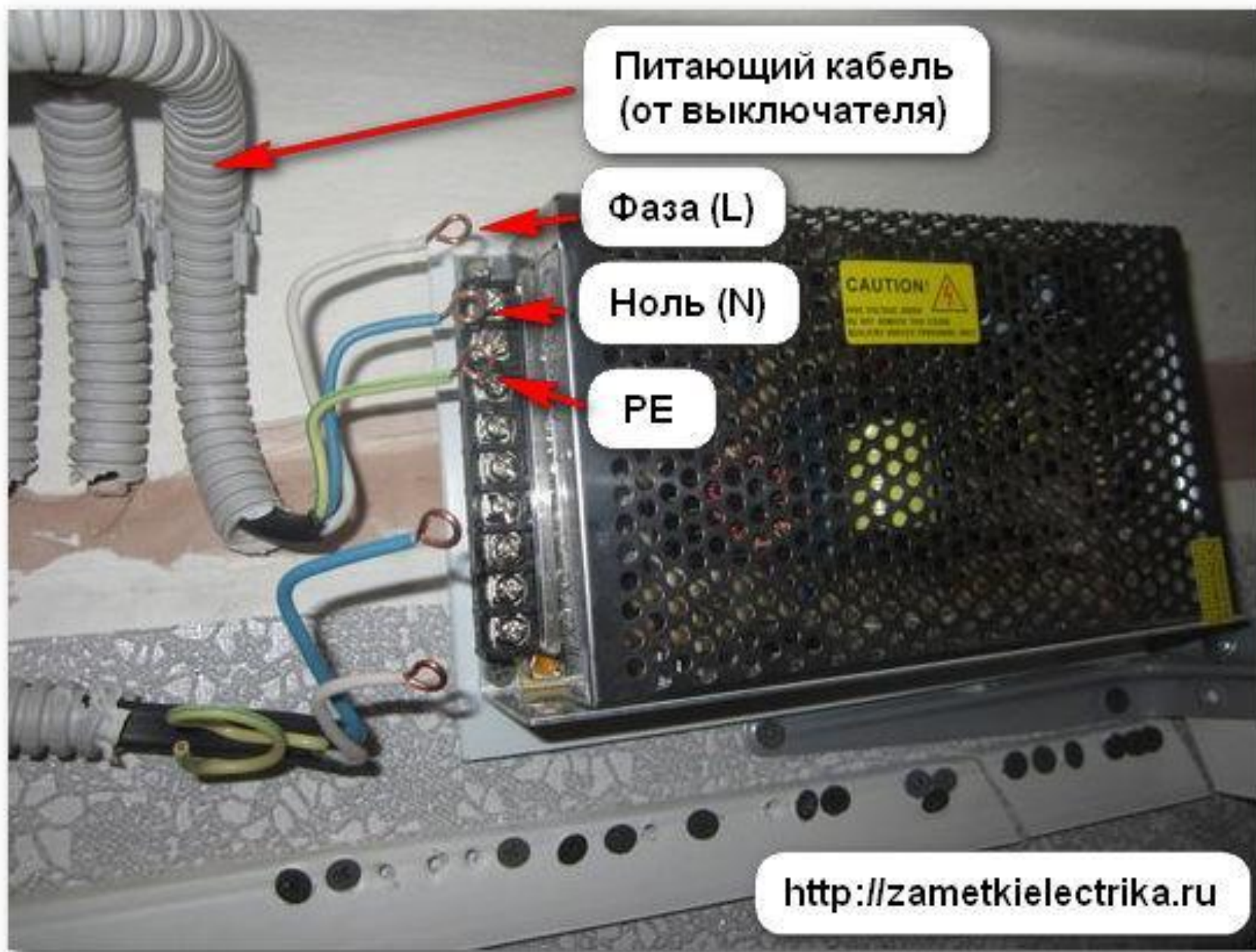
Фазные проводники



<http://zametkielectrika.ru>







Питающий кабель  
(от выключателя)

Фаза (L)

Ноль (N)

PE

<http://zametkielectrika.ru>

При постоянном токе:  
положительная шина (+) - красным цветом;  
отрицательная (-) – синим;  
нулевая рабочая (М) - голубым цветом.

Положительный полюс "+"

красный

Отрицательный полюс "-"

синий

Нулевая рабочая "М"

голубой

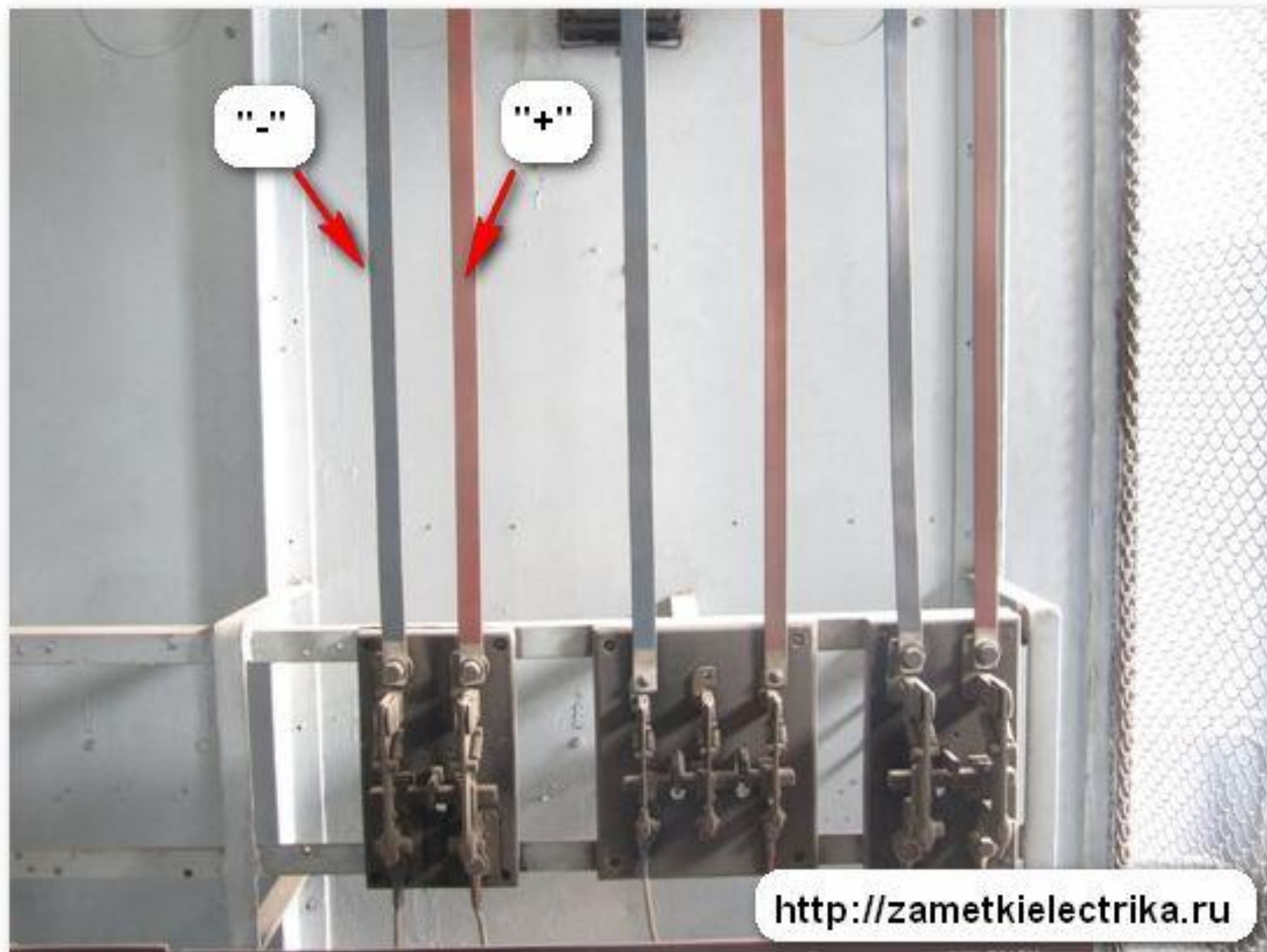
<http://zametkielectrika.ru>





<http://zametkielectrika.ru>

**VARTA** Vb 2306  
U<sub>n</sub> = 2V    U<sub>0</sub> = 1,86V    d = 1,24kg/l  
C<sub>n</sub> = 300Ah    U<sub>0.05</sub> = 2,23V    T<sub>0</sub> = 20°C



<http://zametkielectrika.ru>

Допускается выполнять цветное обозначение не по всей длине шин, только цветное или только буквенно-цифровое обозначение либо цветное в сочетании с буквенно-цифровым в местах присоединения шин.

Если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются на две группы\*:

- 1) электроустановки напряжением до 1000 В;
- 2) электроустановки напряжением выше 1000 В.

\*по действующему значению напряжения



Безопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться выполнением мер защиты, а также следующих мероприятий:


- 1) соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем закрытия, ограждения токоведущих частей;
- 2) применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- 3) применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- 4) применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;
- 5) использование средств защиты и приспособлений, в том числе для защиты от воздействия электрического и магнитного полей в электроустановках, в которых их напряженность превышает допустимые нормы.

Категории электроприемников по надежности электроснабжения определяются в процессе проектирования системы электроснабжения на основании нормативной документации, а также технологической части проекта.

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на три категории:

- Первая категория;
- Вторая категория;
- Третья категория.

# Потребители электроэнергии



```
graph TD; A[Потребители электроэнергии] --> B[Потребители 1-й категории]; A --> C[Потребители 2-й категории]; A --> D[Потребители 3-й категории]; B --> E[1-я категория]; B --> F[1-я особая категория];
```

The diagram is a hierarchical tree structure. At the top is a blue rounded rectangle containing the text 'Потребители электроэнергии'. A vertical line descends from this box and splits into three horizontal lines, each leading to a second-level blue rounded rectangle: 'Потребители 1-й категории', 'Потребители 2-й категории', and 'Потребители 3-й категории'. From the bottom of the 'Потребители 1-й категории' box, a vertical line descends and splits into two horizontal lines, leading to two third-level blue rounded rectangles: '1-я категория' and '1-я особая категория'.

Потребители  
1-й категории

Потребители  
2-й категории

Потребители  
3-й категории

1-я  
категория

1-я особая  
категория

## Первая категория надежности электроснабжения

Потребители 1 категории надёжности электроснабжения - это электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой:

- 1) опасность для жизни людей;
- 2) угрозу для безопасности государства
- 3) значительный материальный ущерб
- 4) расстройство сложного технологического процесса;
- 5) нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения

# Первая категория надежности электроснабжения



## Первая (особая) категория надежности электроснабжения

Электроприемники особой группы первой категории характеризуются тем, что их бесперебойная работа необходима для безаварийной остановки производства, предотвращения пожаров и других ЧС.

При этом, энергоснабжение особой группы должно осуществляться от третьего независимого источника питания, который может быть дизельным генератором, подключением к аккумуляторным батареям.

# Первая (особая) категория надежности электроснабжения



## Вторая категория надежности электроснабжения

Электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей



## Вторая категория надежности электроснабжения



## Третья категория надежности электроснабжения

Все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

К этой категории могут относиться магазины, небольшие производственные помещения, офисные здания и т.д.

Энергоснабжение потребителей этой категории может быть прекращено на срок:

- не более 72 часов за год суммарно;
- не более 24 часов подряд.

# Третья категория надежности электроснабжения

Источник  
электропитания



Время ремонта  
(часы, максимум - 1 сутки)



Потребитель  
3 категории  
надежности

Наименьшее расстояние по горизонтали между проводами ВЛ и кронами деревьев

Напряжение ВЛ, кВ	До 20	35-110	150-220	330-500	750
Наименьшее расстояние, м	3	4	5	6	7

Наименьшее расстояние по вертикали от проводов ВЛ до поверхности земли, производственных зданий и сооружений в населенной местности

Условия работы ВЛ	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ							
	ВЛЗ	до 35	110	150	220	330	500	750
Нормальный режим:								
до поверхности земли	6	7	7	7,5	8	11	15,5	23
до производственных зданий и сооружений	3	3	4	4	5	7,5	8	12
Обрыв провода в смежном пролете до поверхности земли	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6	-	-

Аппаратом защиты называется аппарат, автоматически отключающий защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах.

Аппараты защиты по своей отключающей способности должны соответствовать максимальному значению тока КЗ в начале защищаемого участка электрической сети.

Существуют следующие аппараты защиты:

- 1) Плавкие предохранители
- 2) Автоматические выключатели

Номинальные токи плавких вставок предохранителей и токи уставок автоматических выключателей, служащих для защиты отдельных участков сети, во всех случаях следует выбирать по возможности наименьшими по расчетным токам этих участков или по номинальным токам электроприемников, но таким образом, чтобы аппараты защиты не отключали электроустановки при кратковременных перегрузках (пусковые токи, пики технологических нагрузок, токи при самозапуске и т. п.).

Электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности.

Защита должна обеспечивать отключение поврежденного участка при КЗ в конце защищаемой линии: одно-, двух- и трехфазных - в сетях с глухозаземленной нейтралью; двух- и трехфазных - в сетях с изолированной нейтралью



Сети внутри помещений, выполненные открыто проложенными проводниками с горючей наружной оболочкой или изоляцией, должны быть защищены от перегрузки.

Кроме того, должны быть защищены от перегрузки сети внутри помещений:

1) осветительные сети в жилых и общественных зданиях, в торговых помещениях, служебно бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети для бытовых и переносных электроприемников, а также в пожароопасных зонах;

2) силовые сети на промышленных предприятиях, в жилых и общественных зданиях, торговых помещениях - только в случаях, когда по условиям технологического процесса или по режиму работы сети может возникать длительная перегрузка проводников;

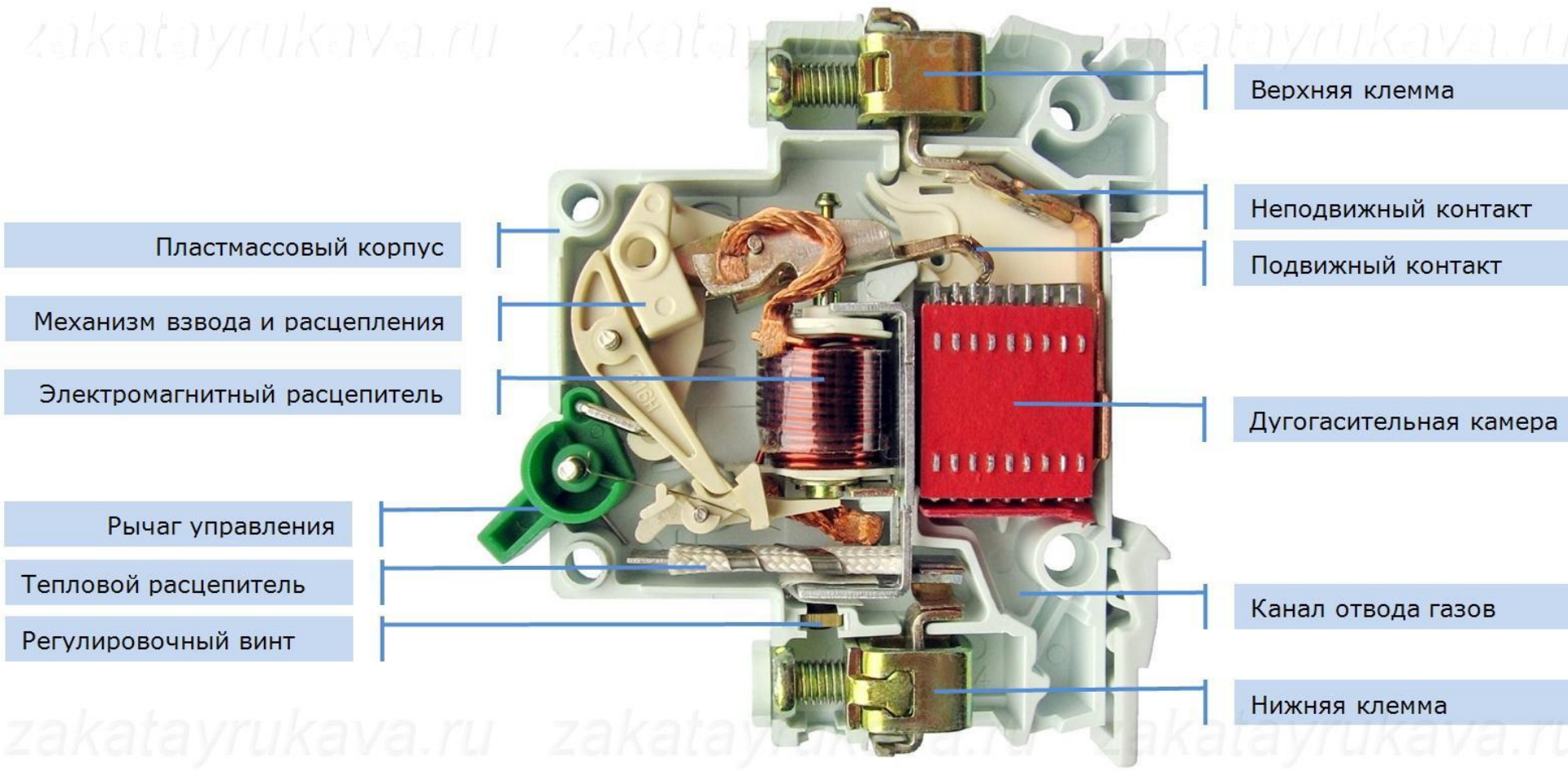
3) сети всех видов во взрывоопасных зонах.

Аппараты защиты следует располагать по возможности в доступных для обслуживания местах таким образом, чтобы была исключена возможность их механических повреждений.

Установка их должна быть выполнена так, чтобы при оперировании с ними или при их действии были исключены опасность для обслуживающего персонала и возможность повреждения окружающих предметов

# НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК





Пластмассовый корпус

Механизм взвода и расцепления

Электромагнитный расцепитель

Рычаг управления

Тепловой расцепитель

Регулировочный винт

Верхняя клемма

Неподвижный контакт

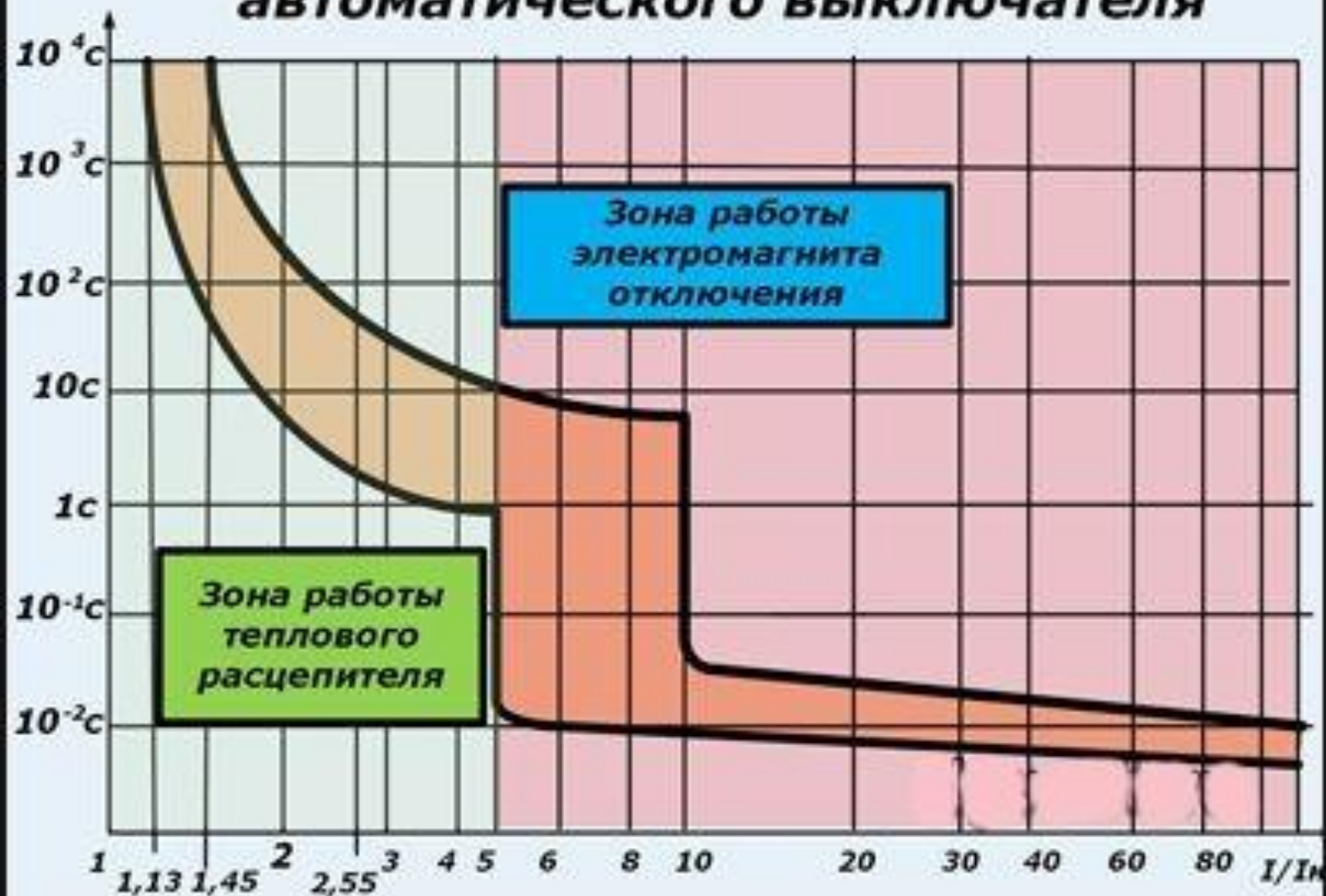
Подвижный контакт

Дугогасительная камера

Канал отвода газов

Нижняя клемма

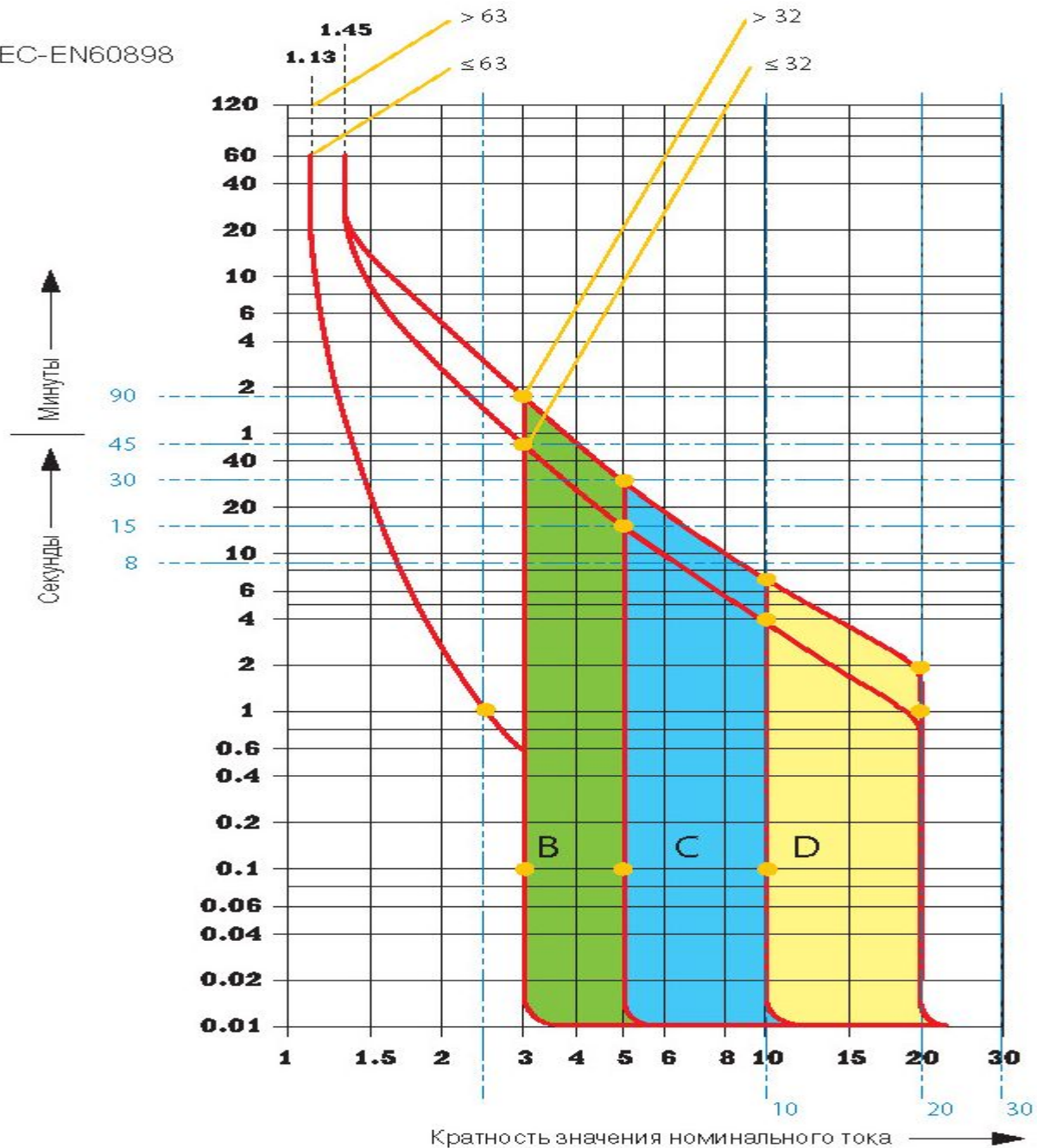
# Вид времятоковой характеристики у автоматического выключателя



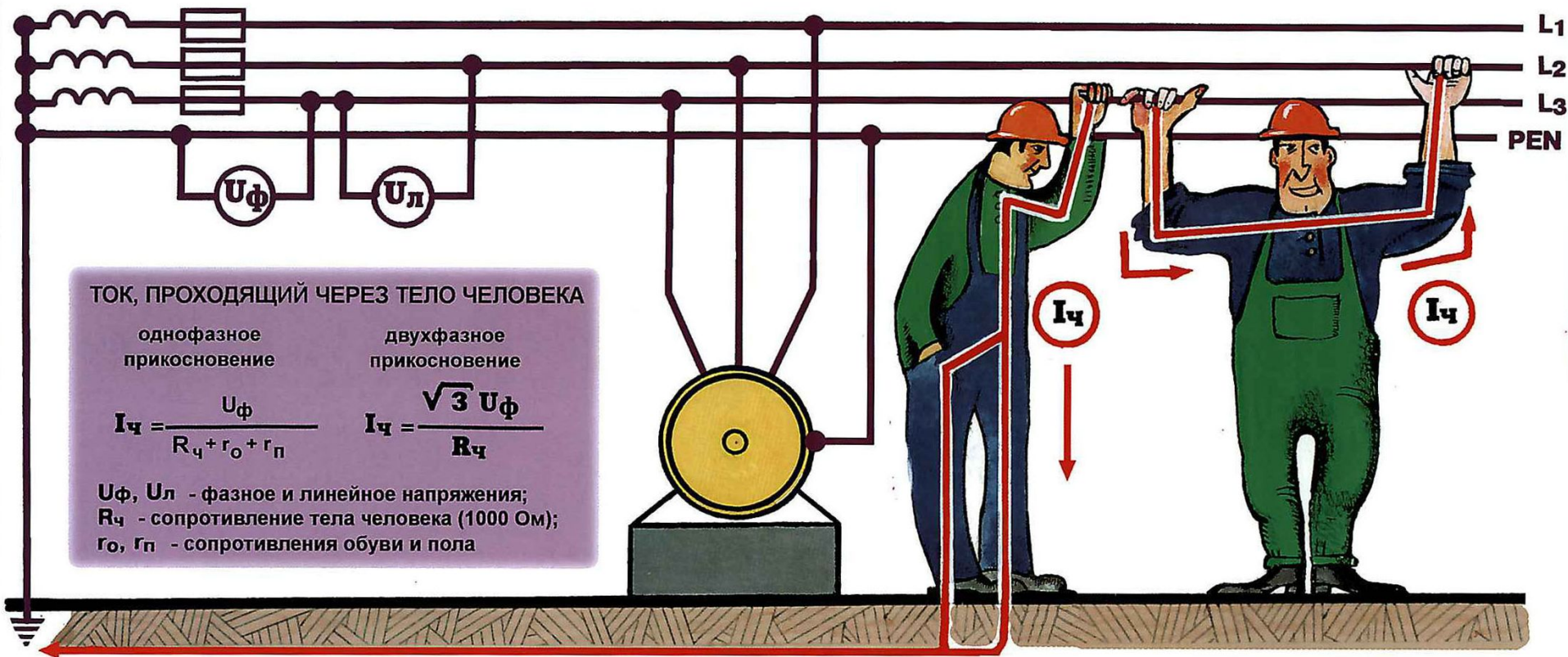


# Характеристики В, С, D

IEC-EN60898

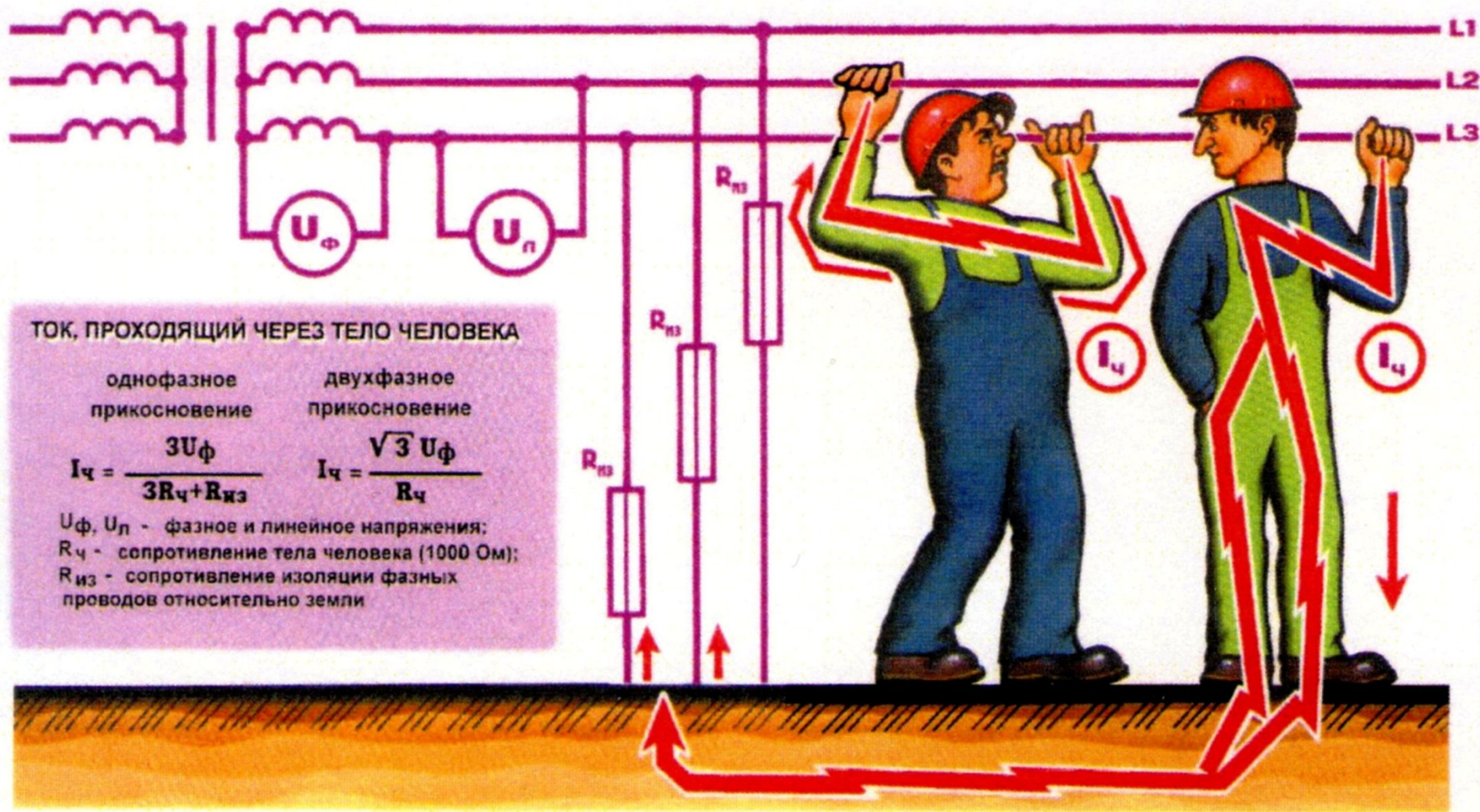


## ОПАСНОСТЬ ОДНОФАЗНОГО И ДВУХФАЗНОГО ПРИКОСНОВЕНИЙ





## ОПАСНОСТЬ ОДНОФАЗНОГО И ДВУХФАЗНОГО ПРИКОСНОВЕНИЙ



ТОК, ПРОХОДЯЩИЙ ЧЕРЕЗ ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА

однофазное  
прикосновение

двухфазное  
прикосновение

$$I_\text{ч} = \frac{3U_\phi}{3R_\text{ч} + R_\text{из}}$$

$$I_\text{ч} = \frac{\sqrt{3} U_\phi}{R_\text{ч}}$$

$U_\phi$ ,  $U_\pi$  - фазное и линейное напряжения;  
 $R_\text{ч}$  - сопротивление тела человека (1000 Ом);  
 $R_\text{из}$  - сопротивление изоляции фазных  
 проводов относительно земли



# ПОМНИ

О ТРЕХ ОСНОВНЫХ ПРАВИЛАХ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТ:

**1. ОТКЛЮЧИ**

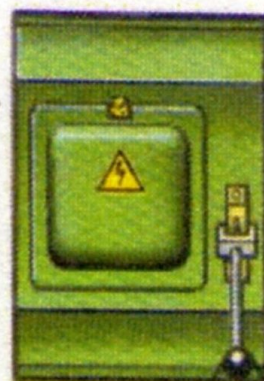
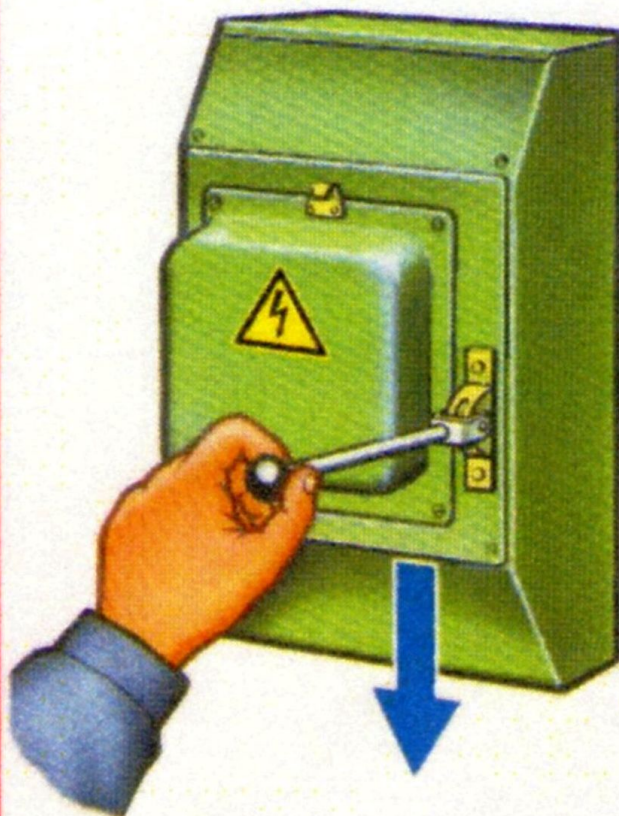
СНИМИ  
НАПРЯЖЕНИЕ

**2. ПРОВЕРЬ**

ОТСУТСТВИЕ  
НАПРЯЖЕНИЯ

**3. УСТАНОВИ**

ЗАЩИТНОЕ  
ЗАЕМЛЕНИЕ

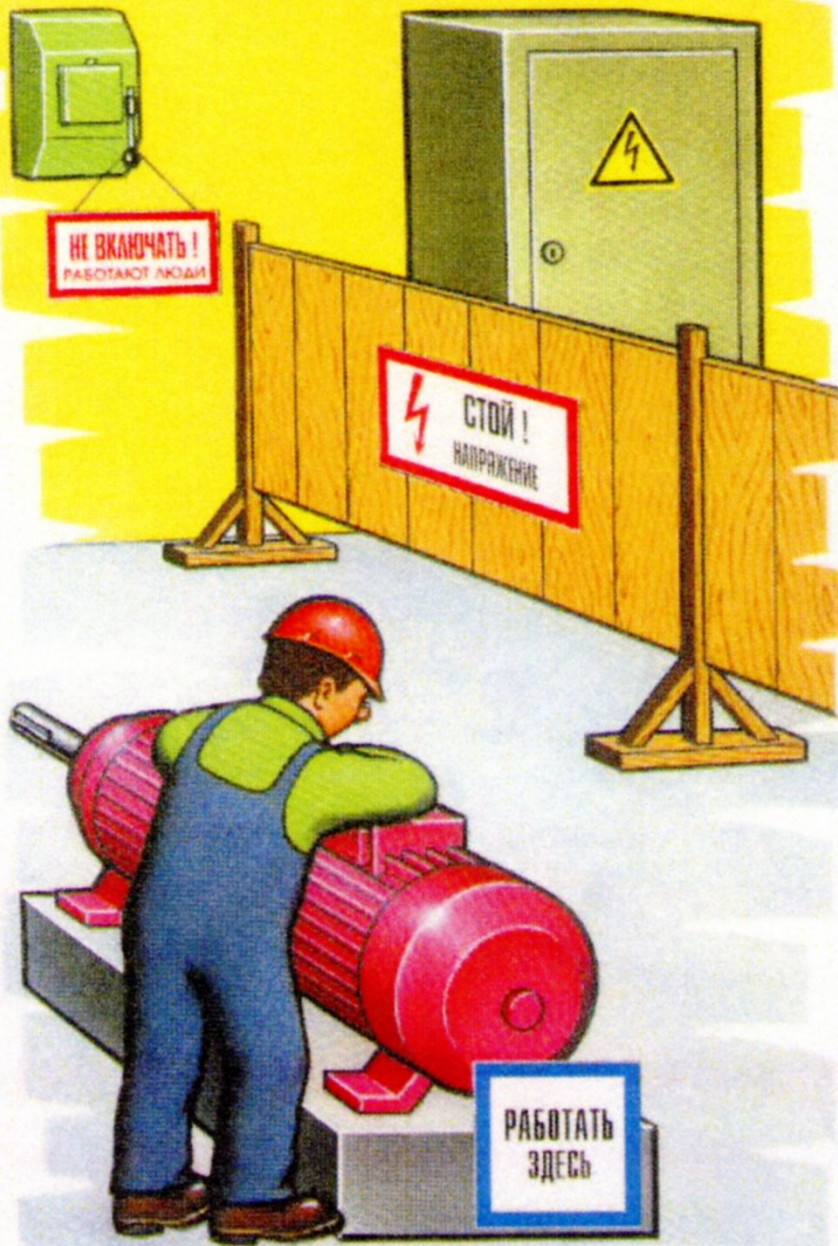


**НЕ ВКЛЮЧАТЬ !**  
РАБОТАЮТ ЛЮДИ

**ВЫВЕСИ  
ЗАПРЕЩАЮЩИЙ  
ПЛАКАТ !**



МЕСТО РАБОТ ДОЛЖНО БЫТЬ ОГРАЖДЕНО



## ПОМНИ

О ТРЕХ ОСНОВНЫХ ПРАВИЛАХ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТ:

**1. ОТКЛЮЧИ**

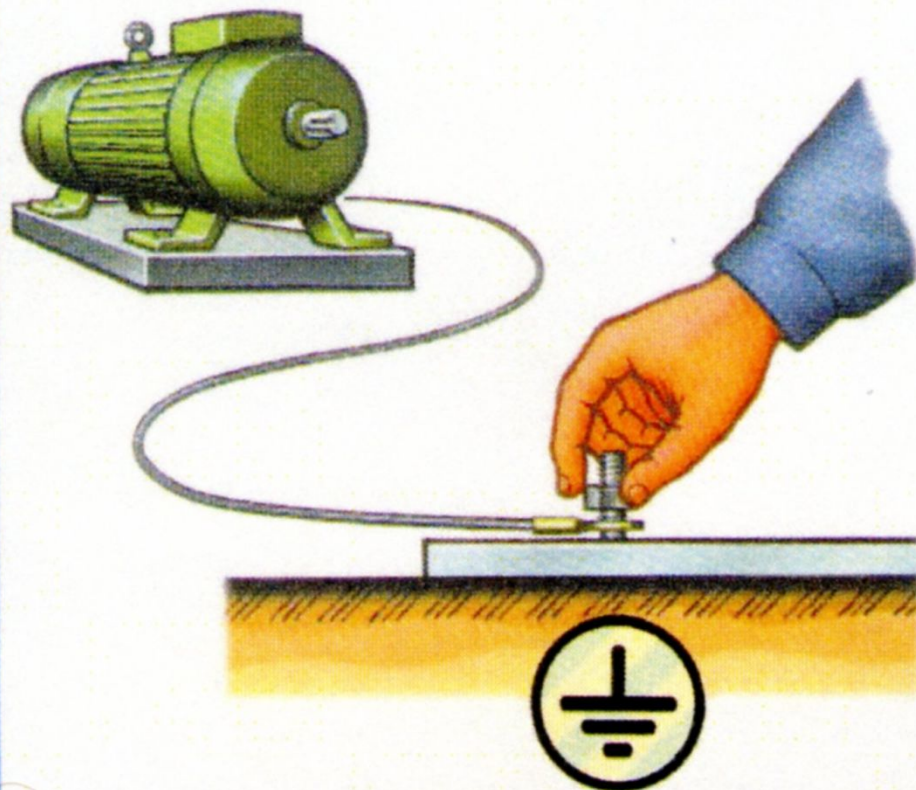
СНИМИ  
НАПРЯЖЕНИЕ

**2. ПРОВЕРЬ**

ОТСУТСТВИЕ  
НАПРЯЖЕНИЯ

**3. УСТАНОВИ**

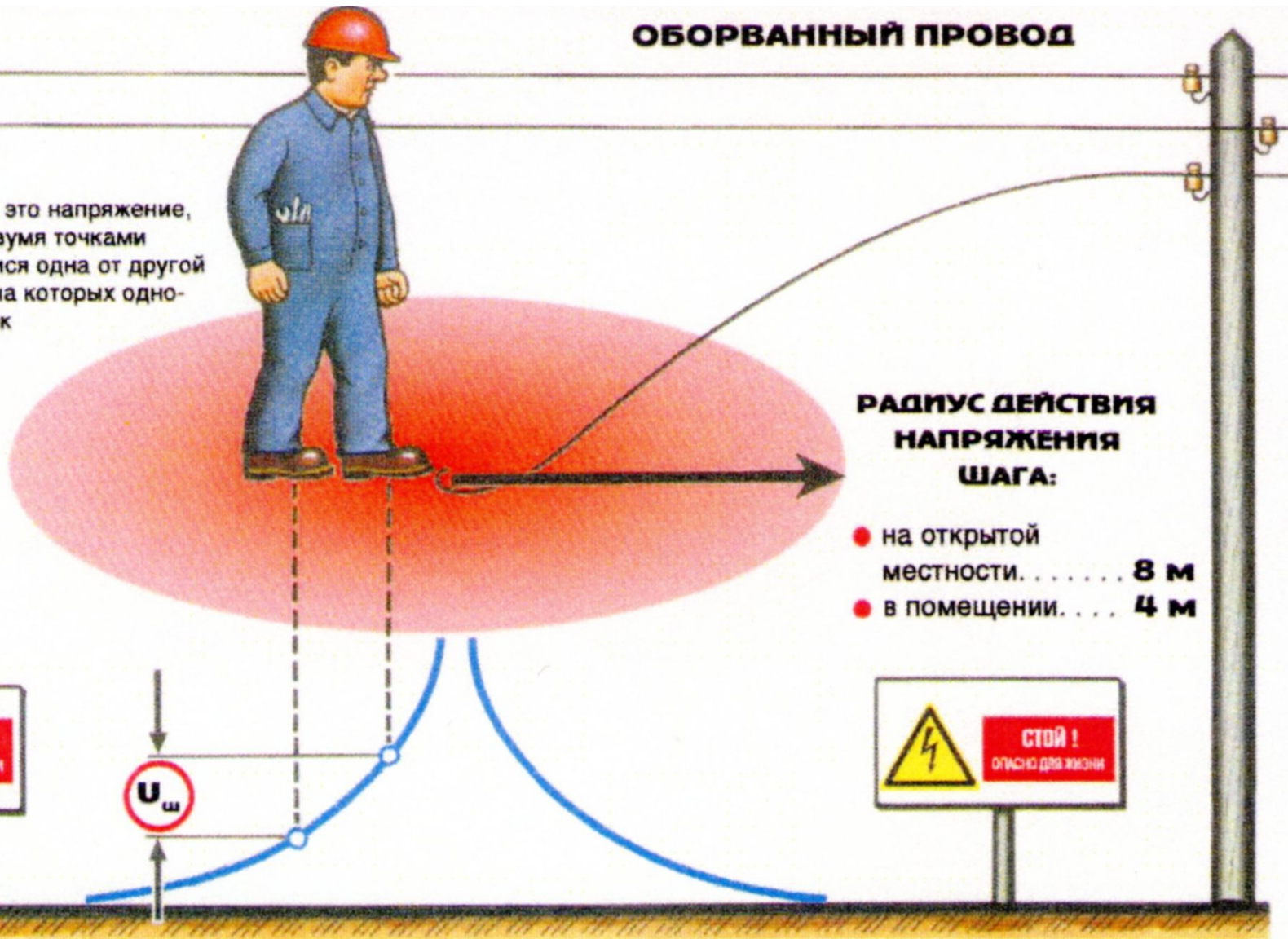
ЗАЩИТНОЕ  
ЗАЗЕМЛЕНИЕ



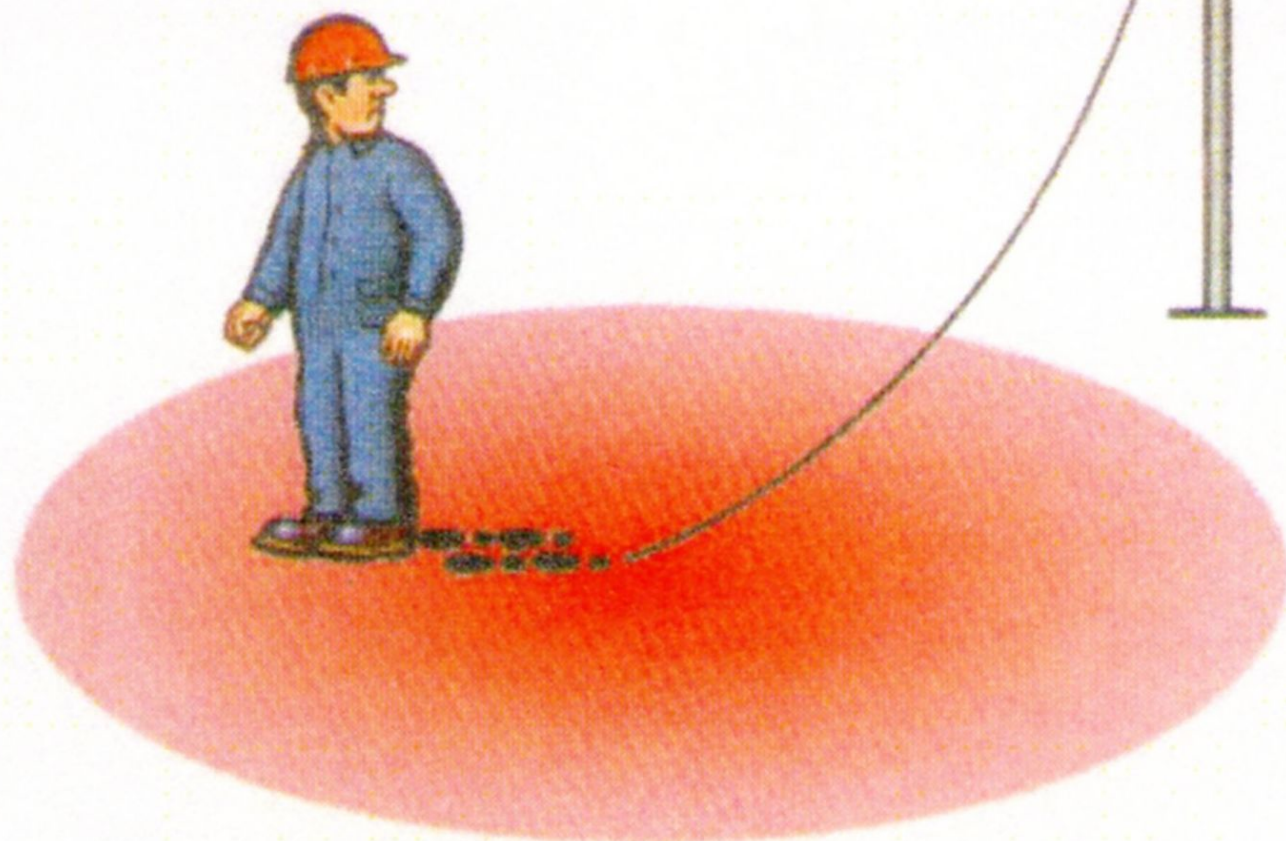


## ОБОРВАННЫЙ ПРОВОД

Напряжение шага  $U_{\text{ш}}$  - это напряжение, возникающее между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага и на которых одновременно стоит человек



Почувствовав  
раздражающее воздействие  
напряжения шага,



- сомкните ступни ног;
- развернитесь;
- двигайтесь от места замыкания короткими шагами, не отрывая ступни одна от другой и от земли

## ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

- Работы вблизи не отключенных и незаземленных контактной сети и воздушных линий должны быть организованы так, чтобы исключалось приближение работающих, имеющихся у них предметов и инструмента на расстояние менее 2 м к проводам этих линий.
- В отключенных проводах контактной сети переменного тока и ВЛ возникает опасное для жизни наведенное напряжение
- Во избежание попадания работающих в опасную зону токоведущих частей контактной сети и ВЛ, т.е. ближе 2 м при наличии на них напряжения, запрещается подниматься:
  - на верхние площадки и крыши подвижного состава;
  - на фермы и стрелы путевых машин и дрезин, мотовозов, автомотрис, стрелы и крыши кабин кранов, экскаваторов, других машин и на грузы, установленные на открытом подвижном составе;
  - на крыши зданий и сооружений, расположенных под проводами;
  - на другие объекты, с которых возможно приближение к токоведущим частям ближе 2 м.
- Опасная зона для работ на мостах электрифицированных участков (2 м от токонесущих частей контактной сети) должна быть обозначена красной полосой на элементах пролетных строений или конструкций подвески ВЛ. Обозначение наносится работниками дистанции пути.

# МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА

При возникновении пожара вблизи контактной сети, ВЛ и связанных с ними устройств, необходимо немедленно сообщить об этом поездному диспетчеру, энергодиспетчеру или работникам района контактной сети и в пожарную охрану. Действия локомотивной бригады при пожаре определены в Инструкции по обеспечению пожарной безопасности на локомотивах и моторвагонном подвижном составе.

Если пожар возник на подвижном составе или в поезде и для его тушения необходимо приближаться к находящимся под напряжением проводам ближе 2 м, машинист через поездного диспетчера должен потребовать снятия напряжения с контактной сети (ВЛ) и ее заземления. Также требуется снятие напряжения с контактной сети (ВЛ) и заземление, когда контактный провод касается подвижного состава или груза и имеется вероятность пережога проводов.

До снятия напряжения с контактной сети или ВЛ, тушение горящих предметов, крыши, стенок локомотива, автомотрисы, вагонов и груза, находящихся на расстоянии менее 2 м от контактной сети и проводов ВЛ, разрешается производить только углекислотными, углекислотно-бром-этиловыми, аэрозольными и порошковыми огнетушителями, не приближаясь к проводам контактной сети и ВЛ ближе 2 м.

Тушение указанных горящих предметов водой, химическими, пенными или воздушно-пенными огнетушителями можно производить только при снятом с контактной сети напряжении и после ее заземления.



# Тушение горячей одежды

- Если на человеке загорелась одежда, то нужно как можно скорее погасить огонь, но при этом нельзя сбивать пламя незащищенными руками.
- Воспламенившуюся одежду нужно быстро сбросить, сорвать, либо погасить, заливая водой, а зимой присыпая снегом. Можно сбить пламя, ка-73
- таясь в горячей одежде по полу, земле. На человека в горячей одежде можно также накинуть плотную ткань, одеяло, брезент, которые после ликвидации пламени необходимо убрать, чтобы уменьшить термическое воздействие на кожу человека. Человека в горячей одежде нельзя укутывать с головой, так как это может привести к поражению дыхательных путей и отравлению токсичными продуктами горения.

Средства защиты из резины и полимерных материалов, находящиеся в эксплуатации, следует хранить в шкафах, на стеллажах, полках отдельно от инструмента и других средств защиты. Они должны быть защищены от воздействия кислот, щелочей, масел, бензина и других разрушающих веществ, а также от прямого воздействия солнечных лучей и теплоизлучения нагревательных приборов (не ближе 1 м от них).

# Защитные средства для предупреждения электротравматизма.



- Образец текста
- Второй уровень
- Третий уровень
- Четвертый уровень
- Пятый уровень



Основные изолирующие защитные средства, применяемые в электроустановках до 1000 Вольт:

- 1) Диэлектрические перчатки;
- 2) Инструмент с изолированными рукоятками;
- 3) Указатели напряжения.

Дополнительные изолирующие защитные средства, применяемые в электроустановках до 1000 Вольт:

- 1) Диэлектрические боты;
- 2) Диэлектрические резиновые коврики;
- 3) Изолирующие подставки.

При работе в электроустановках  
используются:

- средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитные средства);
- средства защиты от электрических полей повышенной напряженности, коллективные и индивидуальные (в электроустановках напряжением 330 кВ и выше);
- средства индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с государственным стандартом (средства защиты головы, глаз и лица, рук, органов дыхания, от падения с высоты, одежда специальная защитная).

Изолирующая часть электрозащитных средств, содержащих диэлектрические штанги или рукоятки, должна ограничиваться кольцом или упором из электроизоляционного материала со стороны рукоятки.

У электрозащитных средств для электроустановок до 1000 В (кроме изолированного инструмента) высота ограничительного кольца или упора должна быть не менее 3 мм.

При использовании электрозащитных средств запрещается прикасаться к их рабочей части, а также к изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

Изолирующие части электрозащитных средств должны быть выполнены из электроизоляционных материалов, не поглощающих влагу, с устойчивыми диэлектрическими и механическими свойствами.

Поверхности изолирующих частей должны быть гладкими, без трещин, расслоений и царапин.



# Знаки электробезопасности

## Предостерегающие



## Запрещающие



## Разрешающие



# 1. ПЛАКАТЫ И ЗНАКИ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

ЗАПРЕЩАЮЩИЕ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ, ПРЕДПИСЫВАЮЩИЕ, УКАЗАТЕЛЬНЫЕ



1.64



1.65



1.66



1.67



1.68



1.69



1.70



1.71



1.72



1.73



1.74



1.75



1.76



1.77



1.78



1.79



1.80



1.81



1.82



1.83



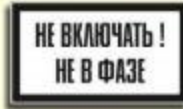
1.84



1.85



1.86



1.87



1.88



1.89



1.90



1.91



1.92



1.93



1.94



1.95



1.96



1.97



1.98



# 1. ПЛАКАТЫ И ЗНАКИ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ (ГОСТ Р 12.4.026-2001)

ЗАПРЕЩАЮЩИЕ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ, ПРЕДПИСЫВАЮЩИЕ, УКАЗАТЕЛЬНЫЕ



1.1



1.2



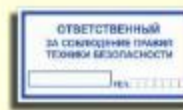
1.3



1.4



1.5



1.6



1.7



1.8



1.9



1.10



1.11



1.12



1.13



1.14



1.15



1.16



1.17



1.18



1.19



1.20



1.21



1.22



1.23



1.24



1.25



1.26



1.27



1.28

Категории электроприемников по надежности электроснабжения определяются в процессе проектирования системы электроснабжения на основании нормативной документации, а также технологической части проекта