



Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования

## Электрические сети и электрическое освещение



Новокуйбышевск, 2008



Негосударственное образовательное учреждение  
Новокуйбышевский нефтетехнический  
учебный комбинат



# Источники электрической энергии

**ТЭЦ, ТЭС, ГЭС — 70 %**

**ГРЭС — 12 %**

**АЭС — 16 %**

**дизельные, ветроэлектростанции,  
гелиоэлектростанции,  
геотермальные, приливные**



# Принципиальная схема электроснабжения

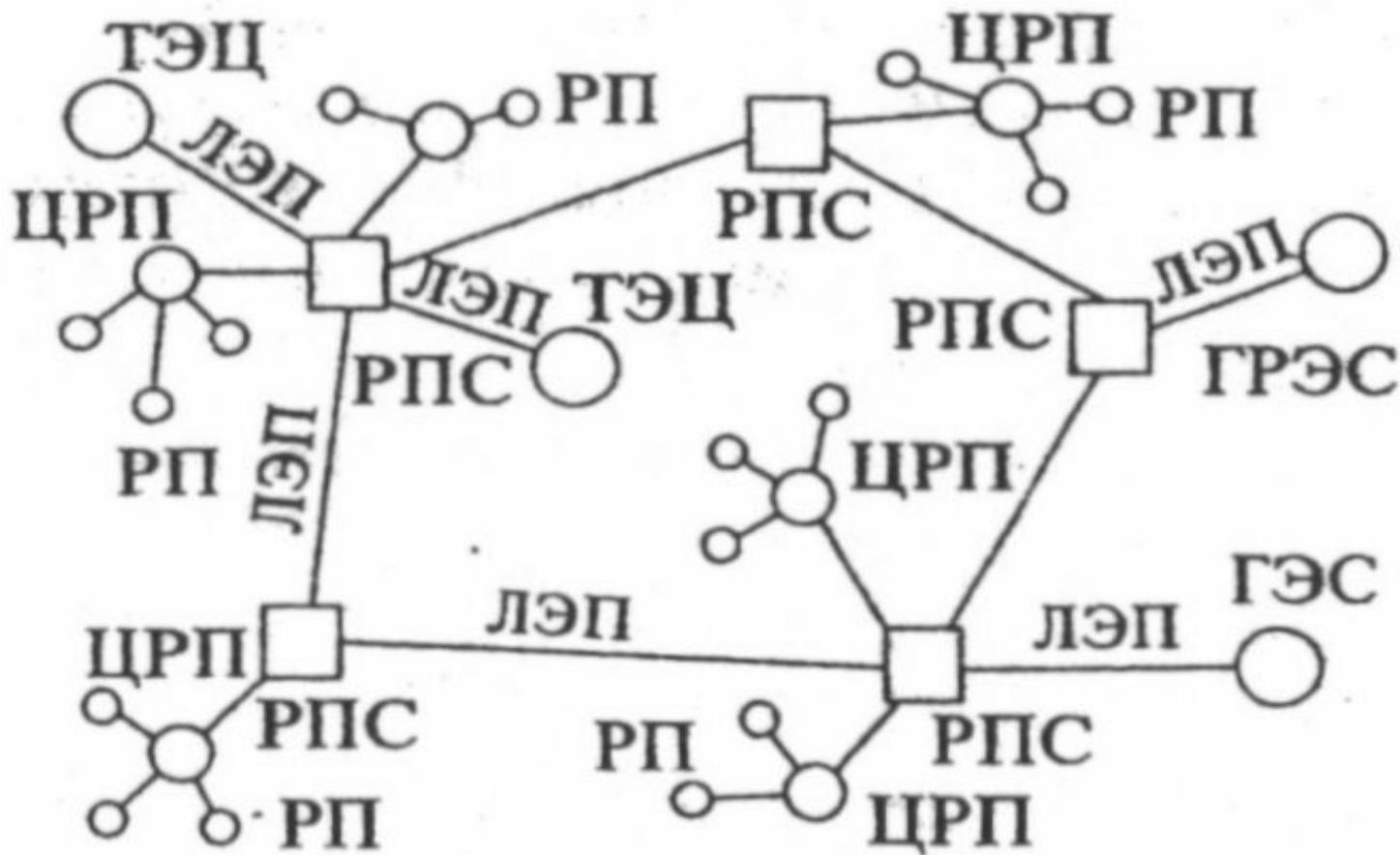
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

ТРАНСФОРМАТОРНАЯ  
ПОДСТАНЦИЯ

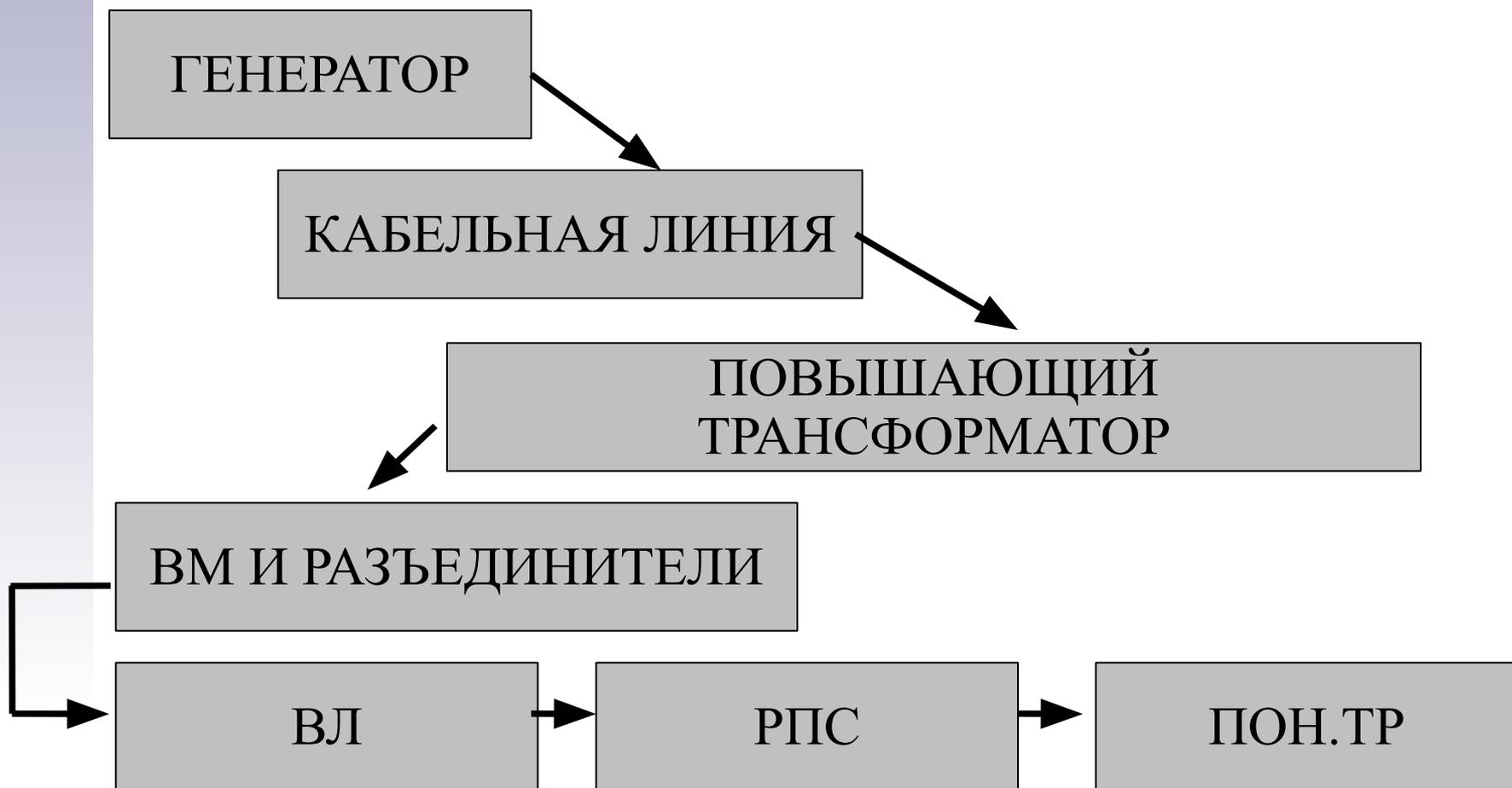
УСТРОЙСТВА ДЛЯ  
ВКЛЮЧЕНИЯ И  
ОТКЛЮЧЕНИЯ И СРЕДСТВА  
ЗАЩИТЫ

# Принципиальная схема электроснабжения

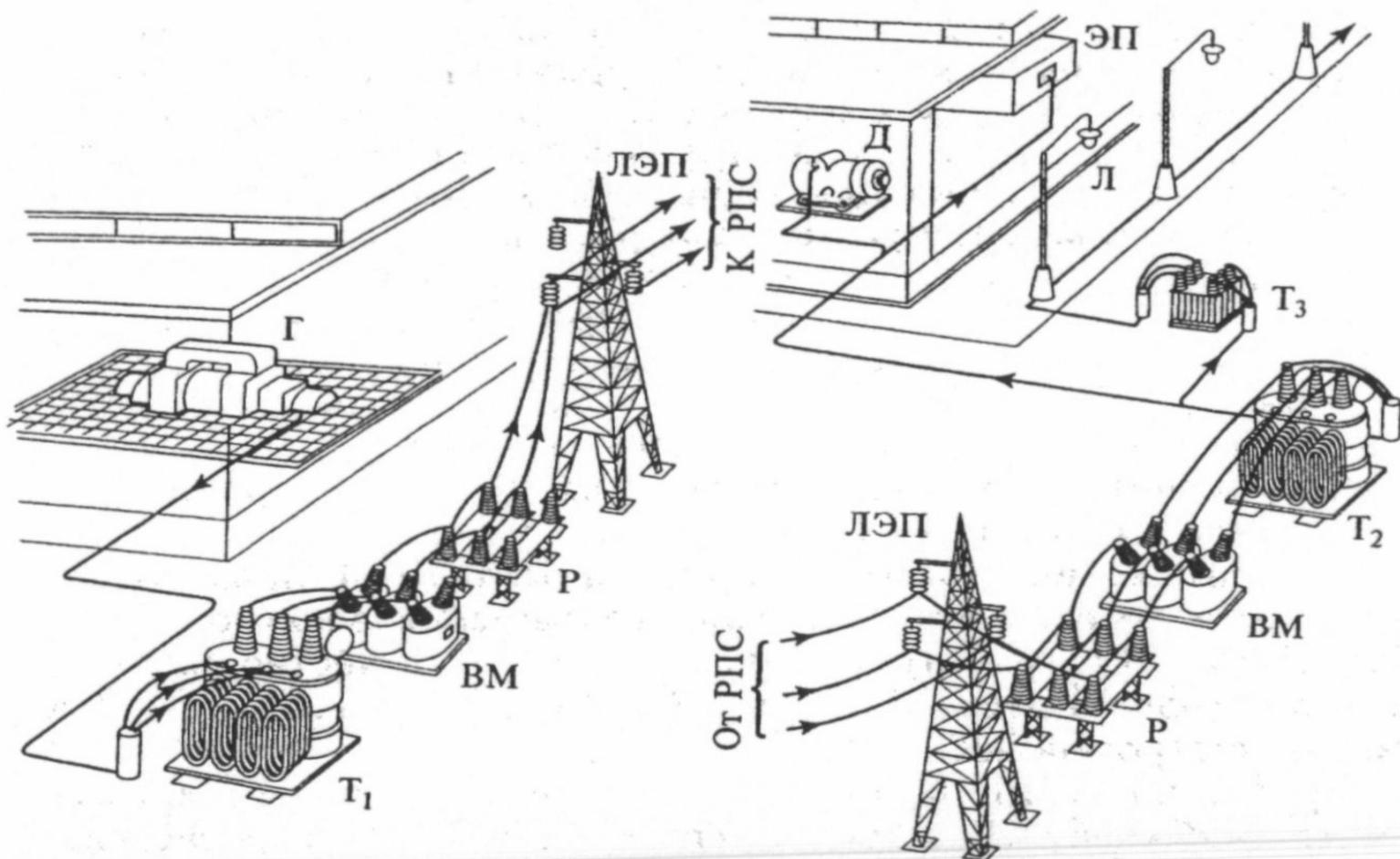




# Принципиальная схема электроснабжения



# Схема размещения электрооборудования





# Электроснабжение

## ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ:

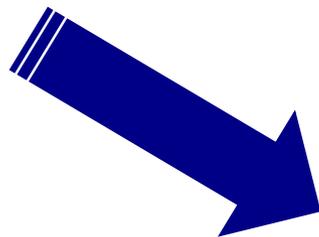
- источники энергии, которые устанавливаются на электростанциях;
- повысительные трансформаторные подстанции;
- линии электропередач;
- понизительные трансформаторные подстанции;
- распределительные сети

**Электроснабжение — совокупность устройств, служащих для приема, передачи и распределения электроэнергии**



# Категории потребителей электроэнергии

категории

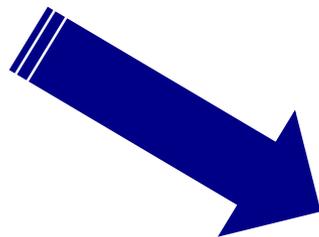


1 категория — потребители электроэнергии, нарушение снабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного оборудования и нарушение функции особо важных элементов городского хозяйства



# Категории потребителей электроэнергии

категории

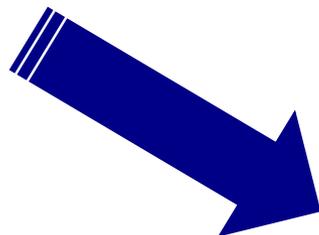


2 категория — потребители электроэнергии, нарушение снабжения которых может повлечь за собой массовый недоотпуск продукции, простоем рабочих, механизмов, технологического оборудования и промышленного транспорта, нарушением нормальной жизнедеятельности значительного количества людей.



# Категории потребителей электроэнергии

категории



3 категория — все остальные потребители электроэнергии, не подходящие под определения потребителей 1-ой и 2-ой категории.



# Обеспечение электроэнергией

## 1 категория

два и более источника питания, а перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического ввода в действие резервного питания

два источника питания, а перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной бригады резервного питания

## 2 категория

один источник питания, а перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, но не более одних суток

## 3 категория



# Классификация электрических подстанций

Электрические подстанции включают в себя понижающие или повышающие трансформаторы, распределительные устройства, устройства управления и защиты.

□ **распределительные** — предназначены для распределения энергии при неизменной величине напряжения между отдельными потребителями. Бывают *главные и цеховые* подстанции.

□ **преобразовательные подстанции** - предназначены для преобразования энергии с помощью повышающих и понижающих трансформаторов, а также с помощью выпрямителей и частотно-преобразовательных устройств.



# Классификация электрических подстанций

Распределительные устройства включают в себя распределительное устройство высокого напряжения, понижающие трансформаторы, распределительные устройства низкого напряжения. Оно предназначено для приема и распределения электрической энергии между потребителями.

- открытые распределительные устройства,
- закрытые распределительные устройства,
- комплектные распределительные устройства.



# Классификация электропроводки

## по способу выполнения

- **открытая** — проложенная по поверхности стен, потолков, ферм, станин машин,
- **скрытая** — проложенная в конструктивных элементах здания.  
**Скрытая** проводка может быть стационарной, передвижной и переносной

**Наружная** — проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесам, между зданиями на опорах вне улиц и дорог, может быть **открытой и скрытой**, иметь различные конструктивные формы, определяющие методы ее монтажа с учетом условий окружающей среды, пожарной безопасности.



# Проводниковые изделия

## Медная проволока

круглого и прямоугольного сечения

ММ — медная мягкая,

МТ — медная твердая,

МС — медная для связи

$d = 0,02-11$  мм,

ПММ — прямоугольного сечения .....,

ПМТ - прямоугольного сечения ..... с —  $0,08-5$  мм,  
b —  $2-30$  мм

Провода, проволока, шины и кабели классифицируются по материалу, сечению, виду изоляции, способу защиты от механических повреждений и воздействию окружающей среды.

## Алюминиевая проволока

круглая АТ, АПТ, АМ  $d = 0,1-18$ мм,

прямоугольная ПАТ, ПАМ  
с —  $2 - 18$  мм, b —  $0,8 - 5,6$  мм



# Проводниковые изделия

## ПРОВОДА

- **неизолированные** — применяются в ВЛ, изготавливаются из меди, алюминия, бронзы, стальной сердечник с одним или несколькими навивами алюминиевой проволоки.
- **монтажные** — применяются для внутриблочного и межблочного монтажа аппаратов и устройств. Токопроводящая жила выполняется из меди с покрытием из олова, никеля, серебра. Жилы могут иметь изоляцию из поливинилхлорида, полиэтилена, пластикада, стекловолокна, волокна лавсана, волокна капрона и фторопласта.



# Проводниковые изделия

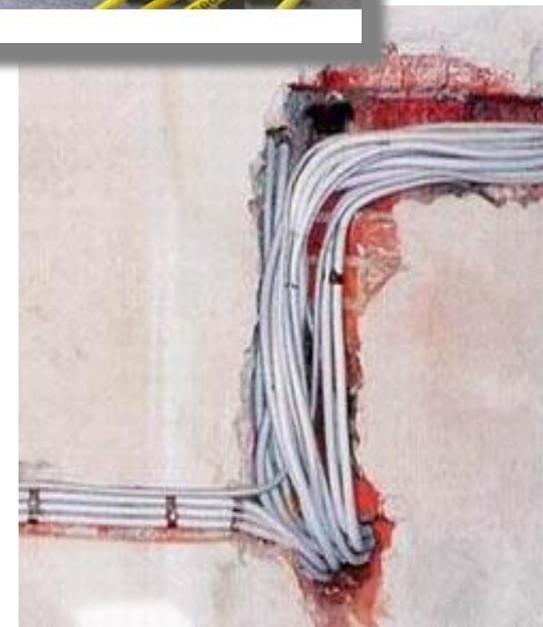
## ПРОВОДА

- **обмоточные** — применяются при изготовлении обмоток электрических машин, аппаратов, приборов. Токпроводящие жилы изготавливаются из меди, алюминия, нихрома, монганина, константана. В качестве изоляции применяют эмалевые лаки, натуральный шелк, синтетическую и натуральную пряжу, пленку, бумагу, пластмассы,  $S = \text{до } 80 \text{ мм}^2$ , круглый или прямоугольный профиль.
- **силовые** — применяются в силовых и осветительных сетях на открытом воздухе и внутри помещения, для скрытой проводки под штукатуркой,  $d = 0,5 — 120 \text{ мм}^2$



# Маркировка электропроводки

- Р — резиновая изоляция,
- С — стальной,
- Г — гибкий,
- Н — несгораемая изоляция,
- В — поливинилхлоридная изоляция,
- П — провод,
- ПП — провод плоский,
- А — алюминиевый,
- Ш — шнур,
- О — оболочка,
- АС — алюминиевый со стальной жилой,
- М - монтажный





# Маркировка электропроводки

**М** — провод, состоящий из одной или нескольких медных проволок,

**А** — провод, состоящий из скрученных алюминиевых проволок,

**АКП** — провод алюминиевый, межпроволочное пространство всего провода, кроме наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной термостойкости,

**АС** — провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок,

**АСКС** - провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок, межпроволочное пространство всего провода, включая и его наружную поверхность, заполнено нейтральной смазкой повышенной термостойкости,

**АН** — провод, скрученный из проволок из нетермообработанного алюминиевого сплава,

**АНКП** - .....



# Монтаж электропроводки

## 1. ОТКРЫТЫЕ электропроводки:

- прокладка на изолирующих опорах — роликах, клипах и изоляторах,
- подкладных несущих стальных полосах или натянутой проволоке-струне,

## 2. ТРОСОВЫЕ электропроводки,

## 3. Электропроводка на ЛОТКАХ и в КОРОБАХ,

## 4. Электропроводка в ТРУБАХ.



# Монтаж электропроводки в взрывоопасных помещениях

В взрывоопасной среде уплотнение трубопровода должно выдерживать повышенное давление. В качестве защитных оболочек используют водогазопроводные трубы. Сечение проводов не более 16 мм<sup>2</sup>. Провода применяются изолированные и изолированные с защитной оболочкой.

## Общие требования:

изолированные провода прокладываются только в трубах, коробах и на изоляторах. Не допускается их прокладывать под слоем штукатурки, открыто на стене и в кирпичной кладке. Для этих целей необходимо использовать стальной патрубков или кабель.



# Монтаж электропроводки в взрывоопасных помещениях

В взрывоопасной зоне трубы должны применяться водогазопроводные обыкновенные или легкие (тонкостенные). Соединение труб — резьбовое; в муфтах завинчивание до упора (для обеспечения непрерывности цепи заземления); уплотнение — лента ФУМ. Допускается применение сантехнических изделий (тройников и т. д.).

**Трубные проводки обеспечивают степень защиты IP 65 – пыленепроницаемая оболочка и защита от струй воды.**

**Провода ПВ2 и ПВ3 многопроволочные.**

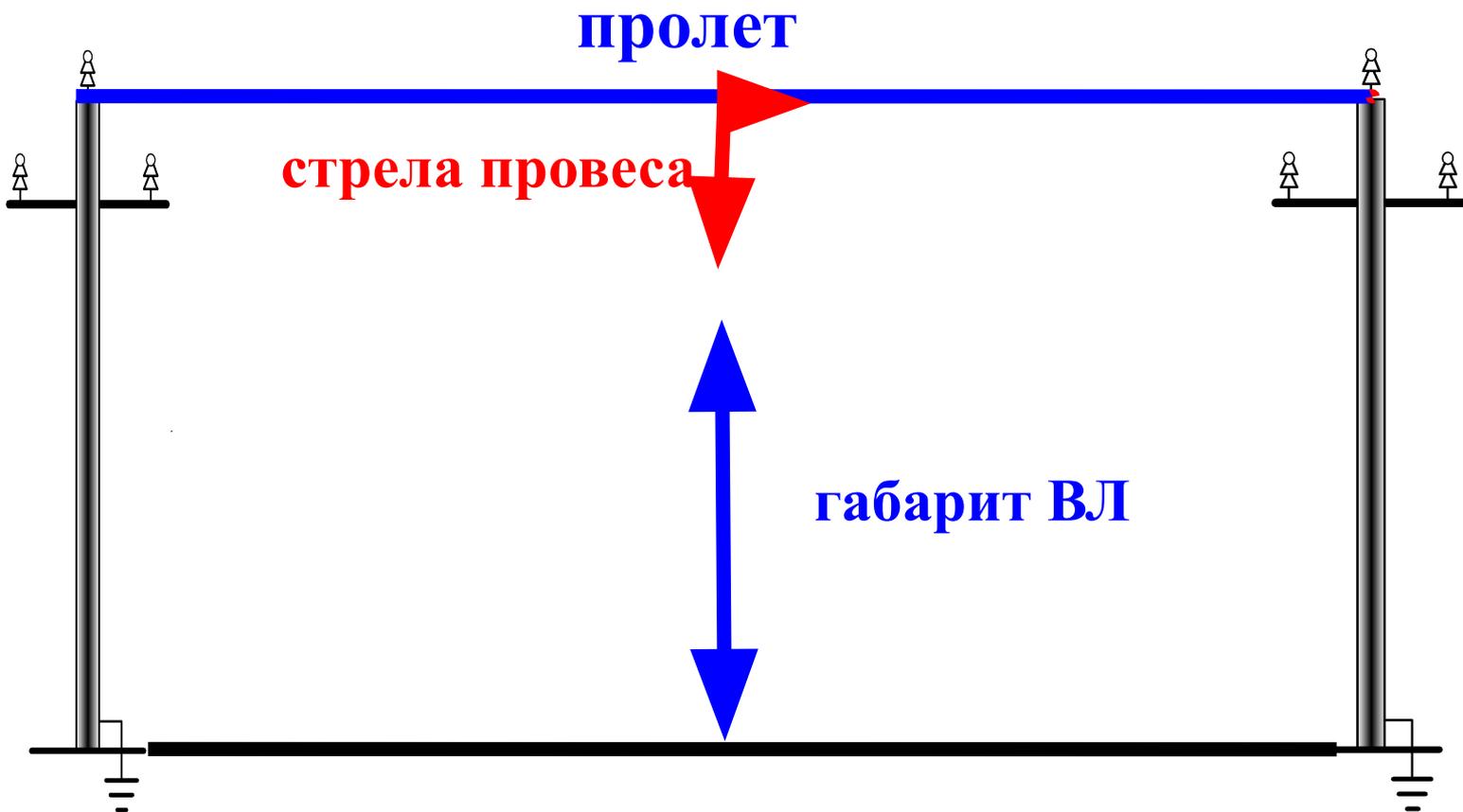


# Устройство ВЛ электропередач

**Воздушные линии электропередач  
состоят из :**

- **опор и опорных конструкций;**
- **изоляторов;**
- **проводов;**
- **линейной арматуры для крепления  
проводов к изоляторам;**

# Опоры и опорные конструкции





# Опоры и опорные конструкции

**ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ**



УСТАНАВЛИВАЮТСЯ НА ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ ТРАССЫ, ОНИ СЛУЖАТ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПРОВОДОВ НА ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ ЛИНИЙ.

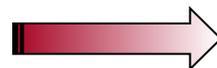
СОСТАВЛЯЮТ 60 — 80 %

**АНКЕРНЫЕ**



УСТАНАВЛИВАЮТСЯ НА ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ ВЛ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ДОРОГ, РЕК, КАНАЛОВ.

**УГЛОВЫЕ**



УСТАНАВЛИВАЮТСЯ НА УГЛОВЫХ ПОВОРОТАХ ТРАССЫ. БЫВАЮТ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ- ПРИ НЕБОЛЬШИХ УГЛАХ И АНКЕРНО-УГЛОВЫЕ- В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ И ПРИ УГЛАХ ПОВОРОТА БОЛЕЕ  $20^{\circ}$  В ОСОБЫХ РАЙОНАХ ПО ГОЛОЛЕДУ



# Опоры и опорные конструкции

**КОНЦЕВЫЕ**



**УСТАНАВЛИВАЮТСЯ В НАЧАЛЕ И  
КОНЦЕ ВЛ. СЧИТАЮТСЯ  
РАЗНОВИДНОСТЬЮ АНКЕРНЫХ**

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ**



**УСТАНАВЛИВАЮТСЯ НА  
ОТВЕТВЛЕНИЯХ,  
ПЕРЕКРЕЩИВАНИЯХ,  
ПОВЫШЕНИЯХ ИЛИ ПониЖЕНИЯХ**

**ВСЕ ВИДЫ  
СВОБОДНО  
ОТТЯЖКАМИ.**

**ОПОР МОГУТ БЫТЬ  
СТОЯЩИМИ И С**



# Опоры и опорные конструкции

**ДЕРЕВЯННЫЕ ОПОРЫ**

**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ**

**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ**



# Маркировка опор ВЛ

**П 110-6** – ПРОМЕЖУТОЧНАЯ,  
СТАЛЬНАЯ, ДВУХЦЕПНАЯ НА 110 кВ

**УБ 35-3** – АНКЕРНОУГЛОВАЯ,  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ, ОДНОЦЕПНАЯ НА  
35 кВ

**ПД 110-5** – ПРОМЕЖУТОЧНАЯ,  
ДЕРЕВЯННАЯ, ОДНОЦЕПНАЯ НА 110 кВ

Специальные условия – **С**

Одноцепные – **нечетные**

Двухцепные - **четные**





# Провода ВЛ

## До 1000 В

- голые алюминиевые многопроволочные А  
 $S = 120 \text{ мм}^2$ ,
- стальные марок ПСО  $d = 4-5 \text{ мм}$ , ПС или ПМС  
 $S = 25-70 \text{ мм}^2$ ,
- сталеалюминиевые многопроволочные АС  
 $S = 16 - 120 \text{ мм}^2$

Расстояние между проводами: по горизонтали 0,2-0,4 м, по вертикали 0,4-0,6 м в зависимости от длины пролета и района гололедности. Нулевой провод располагают всегда ниже фазных проводов.



# Требования к линейной арматуре

Для крепления гирлянд изоляторов к опорам, подвески проводов к гирляндам и крепления тросов используются наборы узлов и деталей линейной арматуры

## ТРЕБОВАНИЯ:

- достаточная механическая прочность с учетом различных нагрузок на ВЛ;
- хорошая подвижность шарнирных соединений;
- высокая коррозионная стойкость материалов и антикоррозионных покрытий.

## СТАНДАРТЫ:

- сопряжение и взаимозаменяемость;
- климатические условия;
- токопроводящие условия;
- коэффициент прочности;
- гарантированная разрушающая нагрузка



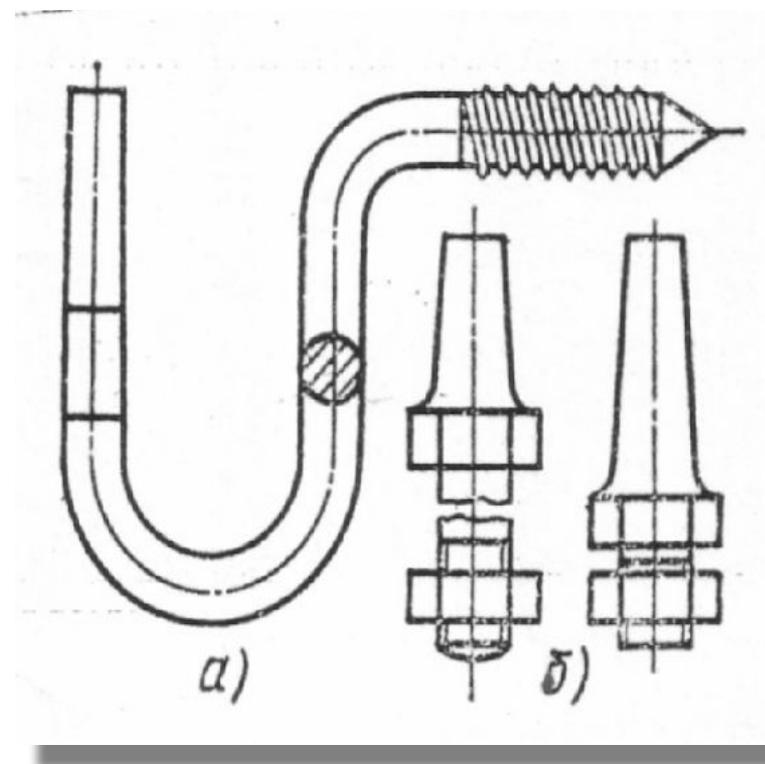
# Линейная арматура для ВЛ до 1000 В

Для крепления гирлянд изоляторов к опорам, подвески проводов к гирляндам и крепления тросов используются наборы узлов и деталей линейной арматуры.

## ТРАВЕРСЫ

- а) крюк,
- б) штыри.

Крюки  $d = 16, 18, 20$  мм (КН-16, КН- 18, КН — 20),  
Штыри  $d = 22, 25, 28$  мм

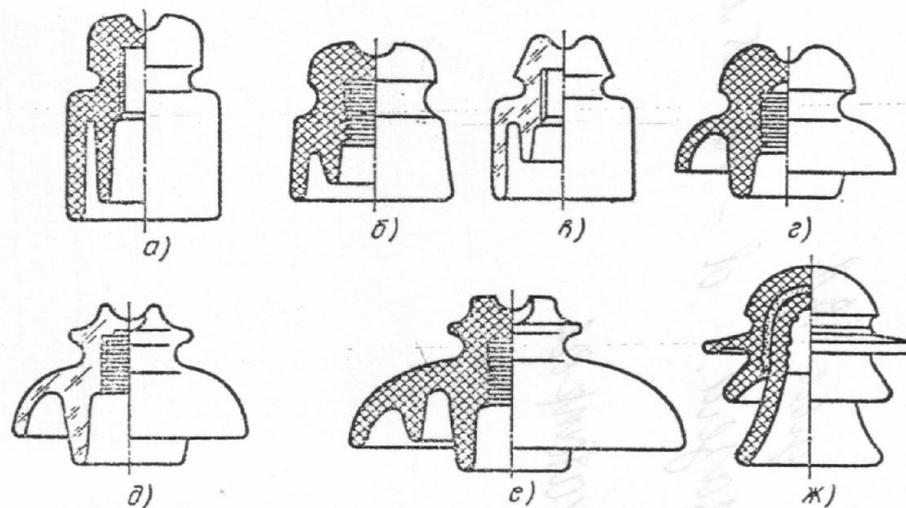


# Изоляторы

## ШТЫРЕВЫЕ

## ПОДВЕСНЫЕ

- а) ТФ,
- б) ШЛН,
- в) ТСБ,
- г) ШС,
- д) ШСС,
- е) ШЖБ (ШФ),
- ж) ШД



**ФАРФОРОВЫЕ (ТФ,  
ШЛН)**

**СТЕКЛЯННЫЕ (ТСБ)**

# Требования к изоляторам

**УЧИТЫВАЕТСЯ:**

- СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ;**
- ХАРАКТЕР ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ**

**В**  
**□ К**

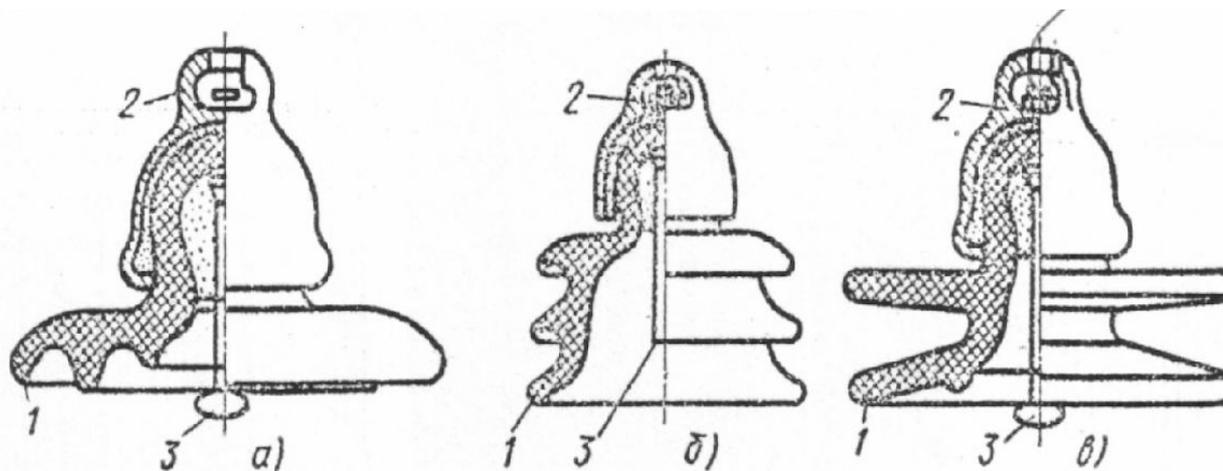
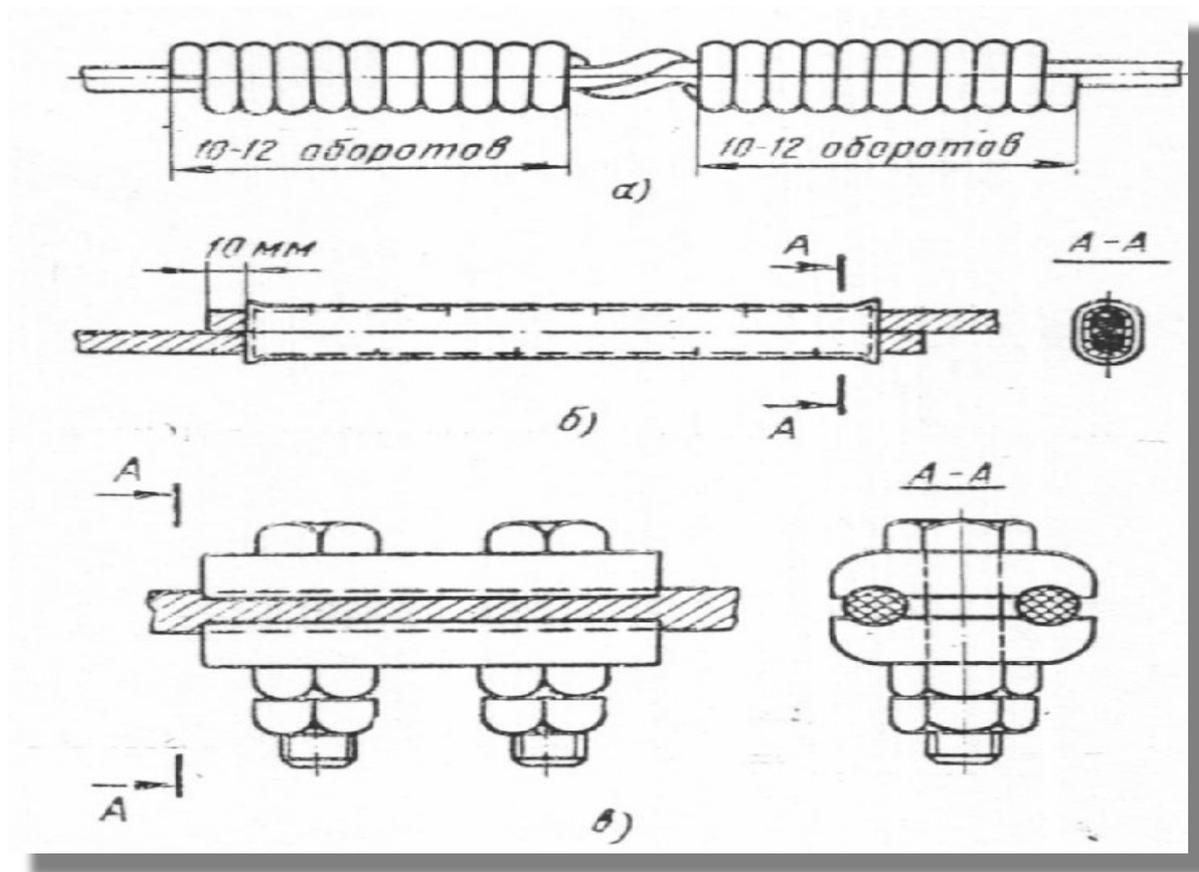


Рис. 8. Подвесные изоляторы:

*а* — нормальный ПФ-6А, *б* и *в* — для загрязненных районов ПР-3,5 и НС-2;  
*1* — изолирующая тарелка, *2* — шапка, *3* — стержень

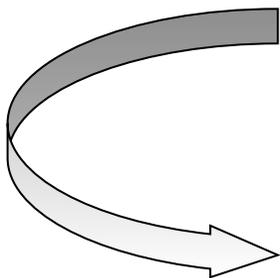
# Соединение проводов



- а) скрутка,
- б) соединительные зажимы с обжатием клещами,
- в) плашечные зажимы,
- г) термитная сварка или опрессовка.

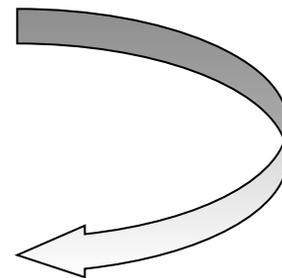


## заземление



**Переносное заземление на линии накладывают на опоре, ближайшей к месту проведения работ.**

**На ВЛ с заземленной нейтралью на месте работ переносные заземления можно присоединять к нулевому проводу**

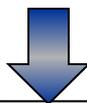


**При работах, связанных с нарушением целостности проводов, заземление устанавливают с двух сторон поврежденного участка. Все заземления привариваются сваркой или прикручиваются болтами.**



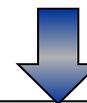
# Грозозащита

УГОЛ В  $30^{\circ}$



**Грозы редки.  
Один трос**

УГОЛ В  $20^{\circ} - 25^{\circ}$



**Грозы часты.  
Два троса**

**Конструкция и сечение грозозащитных тросов выбирают по механическим расчетам и должно быть проверено на термическую стойкость при прохождении по ним токов короткого замыкания.**

**Для гашения корональных явлений применяются трубчатые разрядники, где происходит гашение разряда, при их отсутствии применяются защитные промежутки.**





# Общие требования

Для ВЛ до 1000 В ПУЭ требуют:

- в сетях с заземленной нейтралью крючья и штыри на проводах, стальную арматуру ж/б опор соединять металлически с нулевым заземленным проводом;
- сопротивление стекания тока должно быть не более 50 Ом;
- в сетях с изолированной нейтралью крючья и штыри должны быть заземлены;
- на ВЛ, не защищенных высокими зданиями выполнять повторное заземление опор через каждые 100-200 м при сопротивлении заземляющего устройства не более 30 Ом.



# Ремонт ВЛ

## ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ

**РЕМОНТ-** комплекс

**ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ** – это основное мероприятие, обеспечивающее нормальную работу ВЛ и увеличение срока их службы.  
(Осмотры 2 рабочих со II группой)

технических мероприятий по восстановлению первоначальных эксплуатационных характеристик на всей ВЛ или отдельных ее элементов и конструкций

1. Обрыв или ослабление проволочных бандажей;
2. Набросы на провода, провес проводов;
3. Искрение в местах соединений;
4. Ослабление вязки к штыревым изоляторам, проверка изоляторов на целостность;
5. Обрыв заземляющих проводников;
6. Коррозия или обрыв отдельных проволок троса оттяжек;
7. Наклон и искрение стоек опор;
8. Трещины и щели в ж/б опорах, проверка д/о на загнивание



# Общие требования

С точки зрения техники безопасности на ВЛ работают в следующих случаях:

□ на отключенных линиях (II группа);

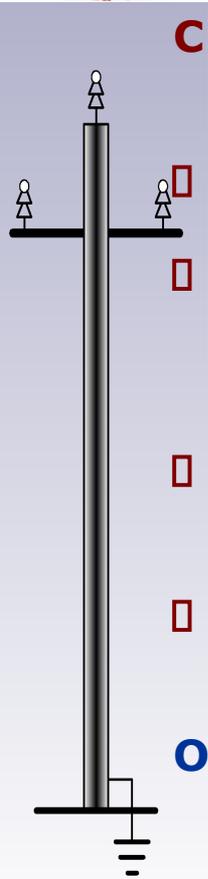
□ на линиях, находящихся под напряжением (производитель работ наблюдает на земле IV группа, а член бригады с III группой);

□ на отключенных линиях при совместной подвеске проводов с другими линиями напряжением до и выше 1000В;

□ на линиях, находящихся вблизи других действующих линий электропередач.

**Организационные мероприятия – это оформление наряда или распоряжения, допуск к работе, надзор во время работы и оформление окончания работ.**

**Технические мероприятия – отключение напряжение, принятие мер от случайной подачи напряжения, вывешивания плакатов «Не включать – работают люди!», проверка отсутствия напряжения, наложение заземлений.**





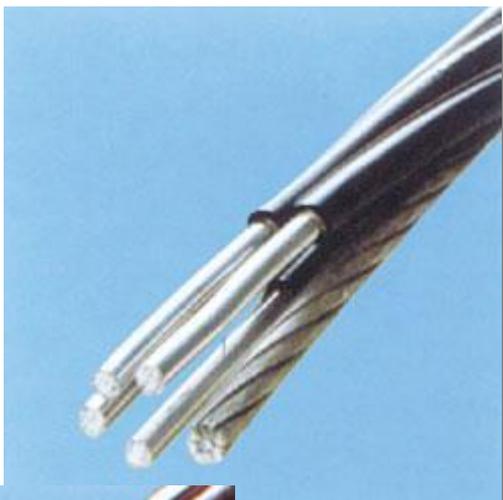
# Провода типа СИП

- провода защищены от схлестывания;
- на таких проводах практически не образуется гололед;
- исключено воровство проводов, так как они не подлежат вторичной переработки;
- существенно уменьшены габариты линии и соответственно требования к просеке для прокладки и в процессе эксплуатации;
- простота монтажных работ и соответственно уменьшения их сроков;
- высокая механическая прочность проводов и соответственно невозможность их обрыва;
- пожаробезопасность таких линий, основанная на исключении КЗ при схлестывании;
- сравнительно небольшая стоимость линии (примерно на 35 % дороже "голых"). При этом происходит значительное сокращение эксплуатационных расходов (реальное сокращение доходит до 80 %).



# СИП провода – одножильные самонесущие изолированные

Жила выполнена из  
алюминиевого сплава высокой  
прочности или из сталеалюминия.

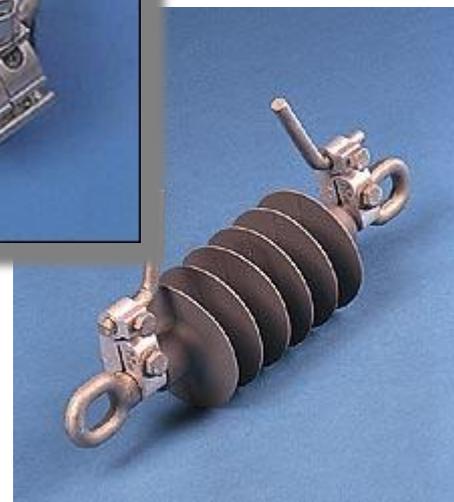


Для изоляции применяется  
термопластичный  
светостабилизированный полиэтилен  
или силанольно-сшитый  
светостабилизированный полиэтилен  
с соответствующими термическими  
характеристиками. Изоляционный  
слой имеет толщину около 2,5 мм,  
поэтому такой слой можно считать  
только защитным. Несмотря на то, что  
изоляция и выдерживает 60 кВ на  
пробой, провод необходимо  
подвешивать пофазно на отдельные  
изоляторы. При схлестывании  
проводов или падении на линию,  
например, дерева, когда провода  
собираются в пучок, защитный  
покров выдерживает рабочее  
напряжение и линия может работать



# СИП провода боятся грозовых перенапряжений

Одним из первых появился метод защиты искровым промежутком. Еще одним широко применяемым, но при этом довольно дорогим стал способ с использованием ограничителей перенапряжения .





# Провод самонесущий изолированный (СИП) предназначен

для передачи электроэнергии в воздушных линиях электропередачи и ответвлений к вводам в жилые дома и хозяйственные постройки. Провода самонесущие изолированные применяются в воздушных линиях электропередач классов напряжения 0,6/1 кВ и 20 кВ.

## Основные технические характеристики

- Рабочее напряжение:	
- СИП-1, СИП-1А, СИП-2, СИП-2А, СИП-4, СИПн-4, СИПс-4,	0,66/1 кВ
- СИП-3	до 20 кВ
- Температура окружающей среды при эксплуатации:	от -50°C до +50°C
- Относительная влажность воздуха (при +35°C):	до 98%
- Минимальный радиус изгиба при прокладке:	10 сечений

## Сечения провода самонесущего СИП

СИП-1	СИП-1А	СИП-2	СИП-2А
1x16+1x25	1x16+1x25	1x16+1x25	1x16+1x25
3x16+1x25	3x16+1x25	3x16+1x25	2x16
3x25+1x35	3x25+1x35	3x25+1x35	3x16+1x25
3x35+1x50	3x35+1x50	3x35+1x50	3x25+1x35
3x50+1x70	3x50+1x70	3x50+1x70	3x35+54.6
3x70+1x95	3x70+1x95	3x70+1x95	3x50+54.6
4x16+1x25	4x16+1x25	4x16+1x25	3x70+54.6
4x25+1x35	4x25+1x35	4x25+1x35	4x16
			4x25