



AUES



Алматинский университет энергетики и связи
имени Гумарбека Даукеева

Расчеты режимов электрических сетей и систем

2 Лекция. Схемы передачи электроэнергии. Характеристика элементов энергосистемы

Исполнитель: ст. преподаватель кафедры ЭЭС, Баймаханов О.Д.

Электронный адрес: o.baimakhan@aues.kz



Список литературы:

- 1 Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети: Учебное пособие для электроэнергетических спец. вузов. – СПб: Издательство Сизова М.П., 2012.
2. Фурсанов М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. – Мн.: УВНЦ при УП “Белэнергосбережение”, 2005.
3. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.А. Файбисовича. - М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2005.
4. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Электрические системы: Электрические сети /Под ред. В.А. Веникова.- М.: Высшая школа, 1998.
6. Соколов С.Е, Сажин В.Н, Н.А. Генбач Н.А. Электрические сети и системы. Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2010.

Интернет ресурсы:

7. Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов- М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
https://eknigi.org/nauka_i_ucheba/182837-dalnie-elektroperedachi-sverhvysokogo-napryazheniya.html
8. Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие, 2011.
<https://obuchalka.org/2017112397625/peredacha-i-raspredelenie-elektricheskoi-energii-gerasimenko-a-a-fedin-v-t-2012.html>
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ.
https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/laws/regulations/Method_uk_ust.pdf

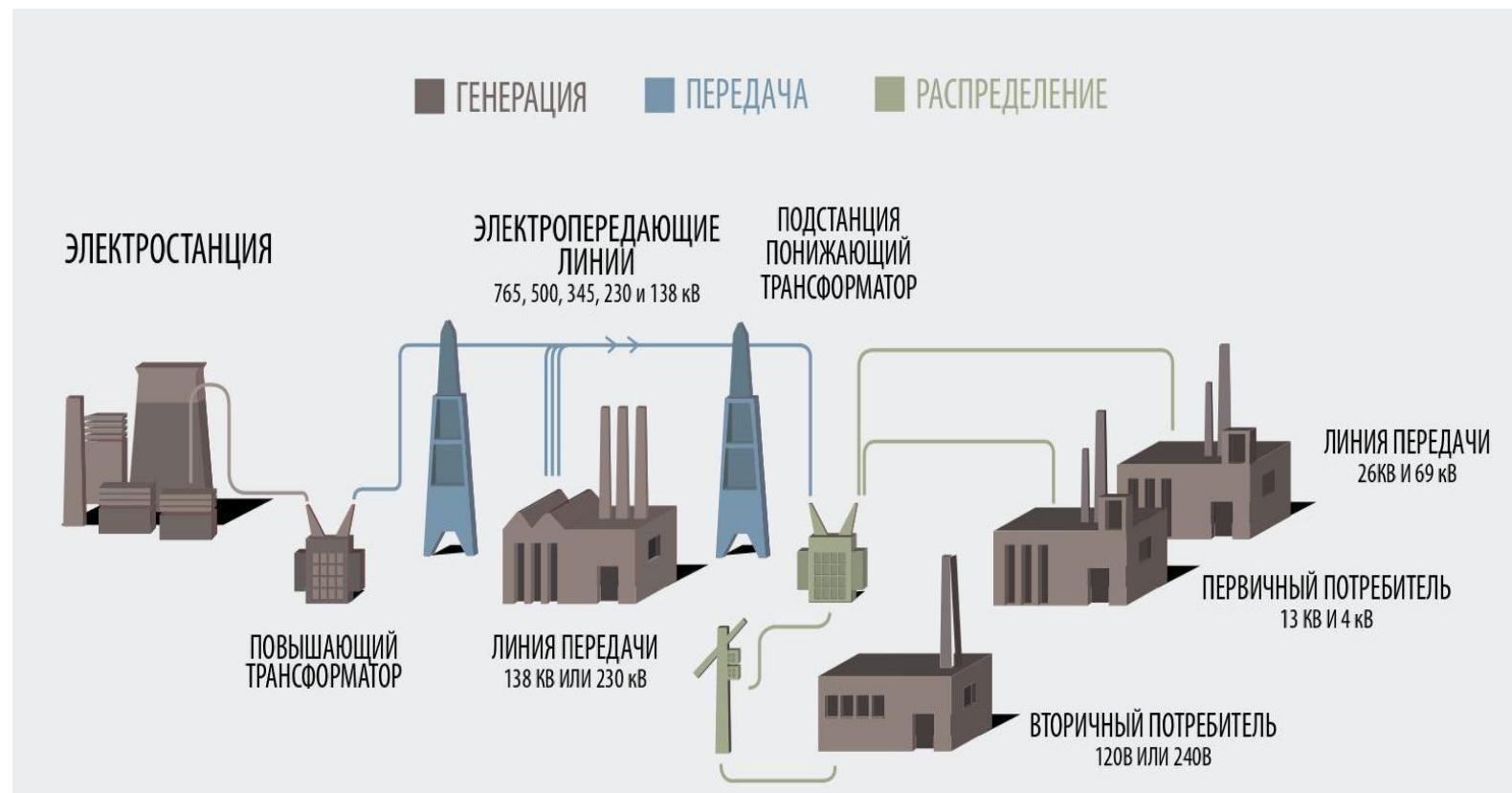


Цель лекции

Изучение схемы передачи электроэнергии и схем замещения линии электропередачи

Содержание лекции

- схемы выдачи мощности
- схемы передачи электроэнергии
- расчет параметров ЛЭП
- линии с расщепленными фазами





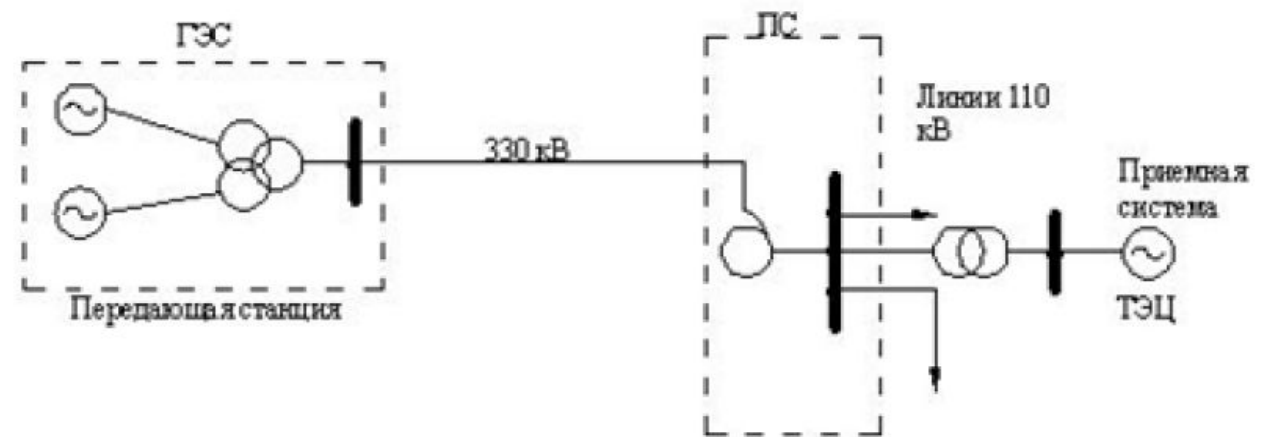
Характеристика системы и схемы передачи электрической энергии

Основным режимным параметром при выдаче и передаче электроэнергии является напряжение на шинах электростанции, которое зависит от напряжения на обмотках статора генератора и коэффициента трансформации блочного трансформатора.

В зависимости от количества генераторов и суммарной установленной мощности электростанции применяются разные схемы выдачи мощности:

1. Передача мощности от удаленных электростанций на первых этапах развития межсистемной связи выполняются в виде *неразветвленной электропередачи* напряжением 220, 330, 500 кВ.

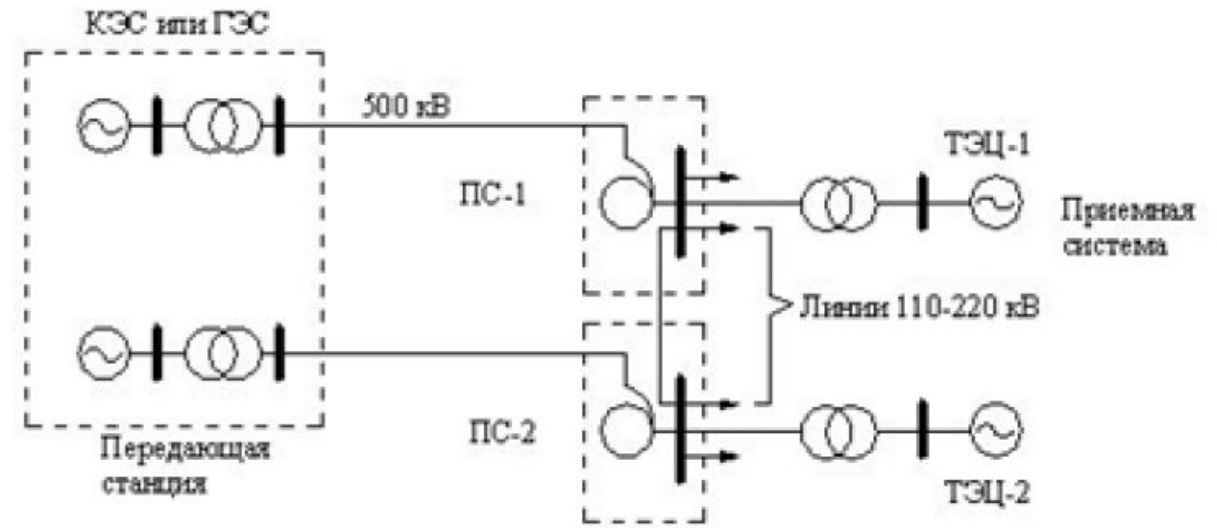
Мощные КЭС или ГЭС имеют блочную схему.



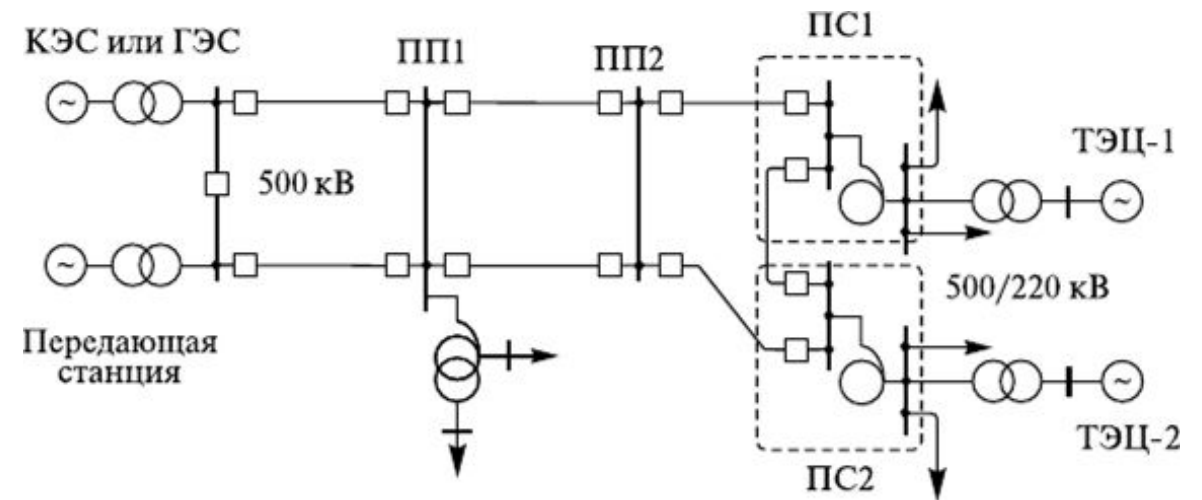


Характеристика системы и схемы передачи электрической энергии

2. Если на станции несколько блоков и связующая линия многоцепная, то электропередачи могут выполняться на основе *блочной* или *связанной схем*.



3. В связанной схеме, **обеспечивающей большую надежность** электроснабжения, многоцепная дальняя ЛЭП имеет вдоль своей трассы несколько соединений – переключательных пунктов – между отдельными цепями, делящими длинную линию на короткие участки.

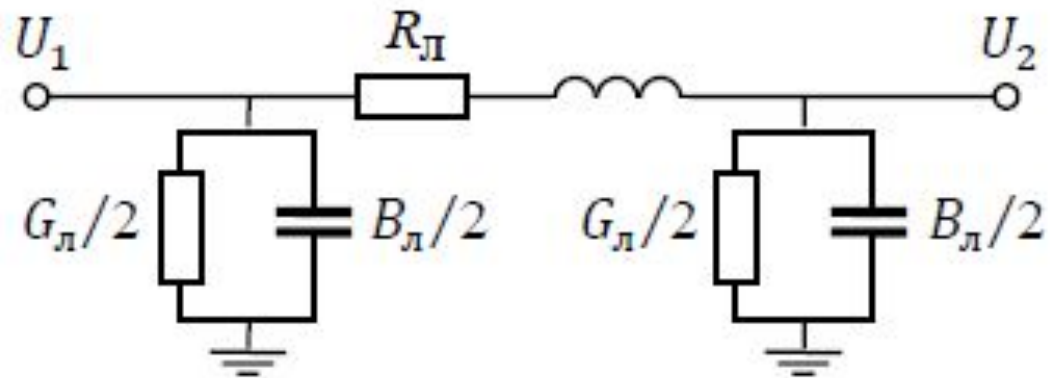




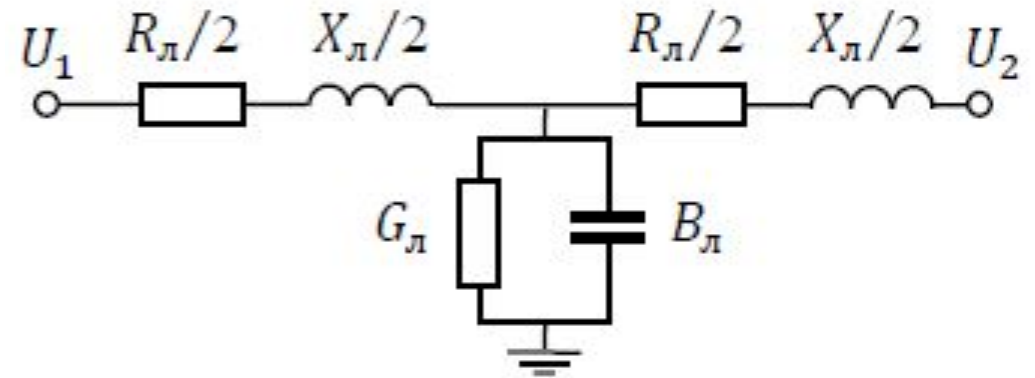
Схемы замещения и параметры линий электропередачи

Параметры линий электропередачи равномерно распределены по ее длине

При расчете ЛЭП в общем случае применяют:



- **П-образная схема замещения**



- **Т-образная схема замещения**



Параметры линий электропередачи

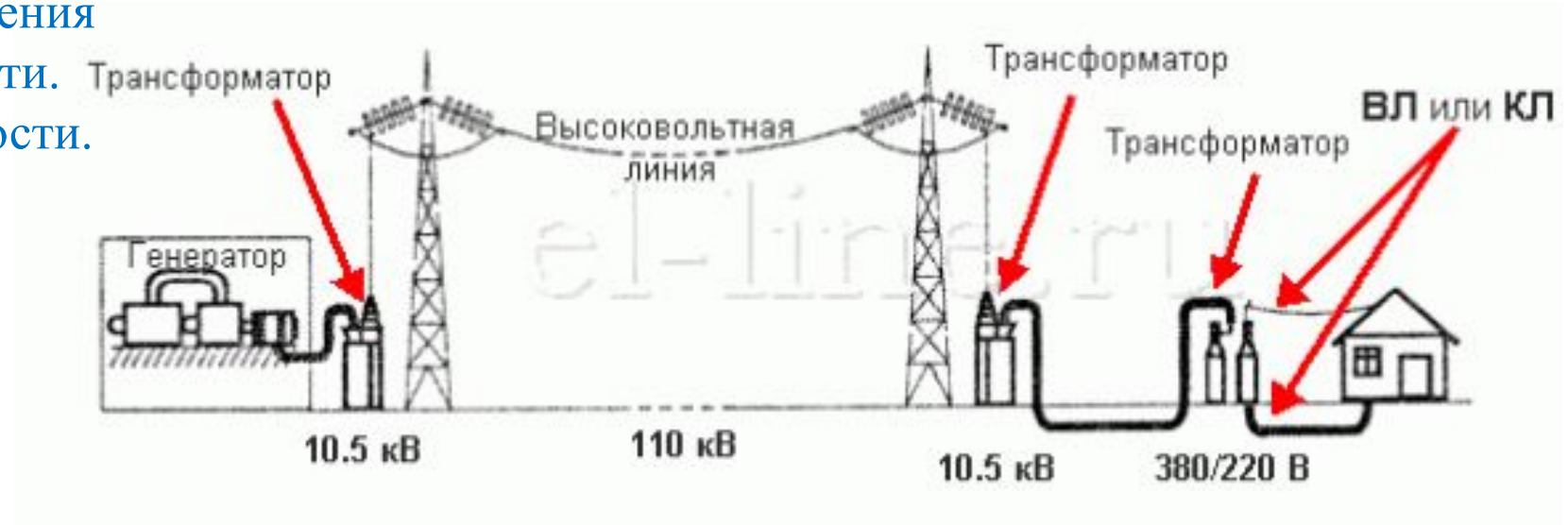
Допущение о сосредоточенности равномерно распределенных параметров справедливо для ВЛ, не превышающих 300-350 км, а для КЛ-50-60 км.

В практических расчетах чаще используют П-образную схему замещения, содержащую:

- активное $R_{\text{Л}}$ сопротивление
- реактивное $X_{\text{Л}}$ сопротивления
- активную $G_{\text{Л}}$ проводимости.
- реактивную $B_{\text{Л}}$ проводимости.

Определяются по формулам:

- $R_{\text{Л}} = r_0 \cdot l$;
- $X_{\text{Л}} = x_0 \cdot l$;
- $G_{\text{Л}} = g_0 \cdot l$;
- $B_{\text{Л}} = b_0 \cdot l$,





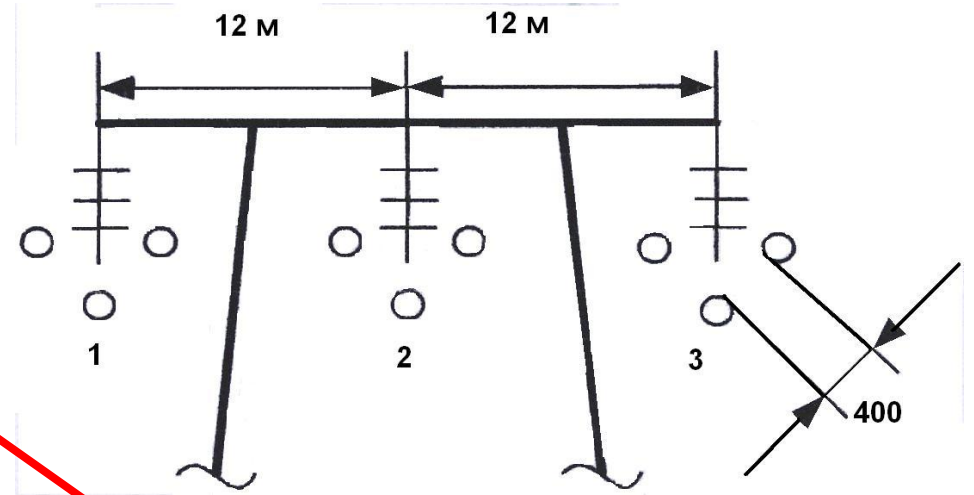
Параметры линий электропередачи

Активное сопротивление воздушных и кабельных линий, как известно, определяется материалом токоведущих проводников и их сечениями.

$$R_{л} = r_0 \cdot l \quad r_0 = \frac{\rho}{F}$$

где r – удельное активное сопротивление материала провода, Ом*мм² / км;

F – сечение фазного провода (жилы), мм²



Индуктивное сопротивление обусловлено магнитным полем, возникающим вокруг и внутри проводов и жил кабелей, которое наводит в каждом проводнике электродвижущую силу самоиндукции.

$$X_{л} = x_0 \cdot l \quad x_0 = 0,144 \lg \frac{D_{cp}}{r} + 0,016$$

где D_{cp} - среднегеометрическое расстояние между проводами фаз, мм;

r - радиус провода, мм.

| | O | S | Тип | N_нач | N_кон | Название | R | X | B | G |
|---|--------------------------|---|-----|-------|-------|-----------------------------|------|------|------|-----|
| 1 | <input type="checkbox"/> | | ЛЭП | 1 | 2 | Подстанция 1 - Подстанция 2 | 1,00 | 1,00 | -1,0 | 1,0 |



Параметры линий электропередачи

Активная проводимость воздушных линий обусловлена потерями активной мощности в диэлектриках, зависит от: тока утечки по изоляторам (малы, можно пренебречь) и потерь на корону

$$G_l = g_0 \cdot l \quad g_0 = \frac{\Delta P_{кор}}{U_{ном}^2}$$

где g – удельное активное сопротивление материала провода, Ом мм / км²;

F – сечение фазного провода (жилы), мм²

| | O | S | Тип | N_нач | N_кон | Название | R | X | B | G |
|---|--------------------------|---|-----|-------|-------|-----------------------------|------|------|------|-----|
| 1 | <input type="checkbox"/> | | ЛЭП | 1 | 2 | Подстанция 1 - Подстанция 2 | 1,00 | 1,00 | -1,0 | 1,0 |

Реактивная (емкостная) проводимость обусловлена наличием емкости между фазами и между фазами и землей

$$B_l = b_0 \cdot l \quad b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{cp}}{R_{np}}}$$

При расчете электрических сетей действие реактивной проводимости обычно учитывают в виде **зарядной мощности** Q_c , генерируемой линией

$$Q_c = U^2 \cdot b_0 \cdot l.$$



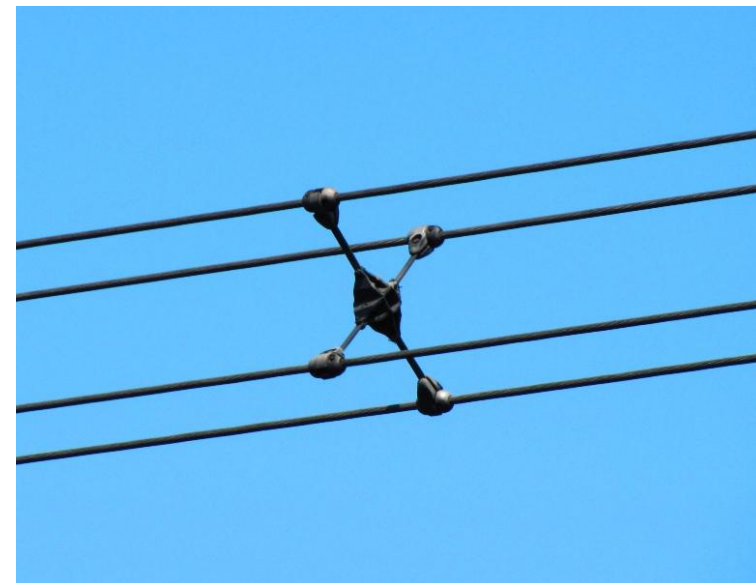
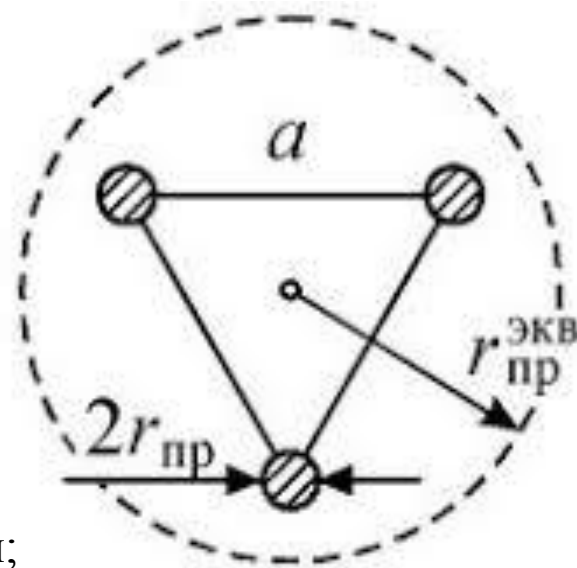
Воздушные ЛЭП с расщепленными фазами

Фаза выполненная с двумя и более проводами считается **расщепленной**, назначение – **увеличение пропускной способности и снижение коронирования**.

При расщеплении фазы, происходит увеличение эквивалентного радиуса:

$$r_{\text{Э}} = \sqrt[n]{r \cdot a_{\text{ср}}^{n-1}}$$

где r – радиус провода, мм;
 $a_{\text{ср}}$ – среднегеометрическое расстояние между проводами расщепленной фазы, мм;
 n – количество проводов в расщепленной фазе.





Контрольные вопросы:

1. Схемы выдачи мощности?
2. Виды схем замещения, их параметры?
3. В чем отличие активного и индуктивного сопротивлений?
4. В чем отличие активного и индуктивного проводимостей?
5. Назначение расщепления проводов?