



AUES



AUES



A

AUES



AUES



AUES



AUES



AUES



A

AUES



AUES



AUES



Алматинский университет энергетики и связи  
имени Гумарбека Даукеева

Расчеты режимов электрических сетей и систем

# 3 Лекция. Характеристики и параметры синхронного генератора и трансформаторов

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

Электронный адрес: [o.baimakhan@aues.kz](mailto: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](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](https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/laws/regulations/Method_uk_ust.pdf)

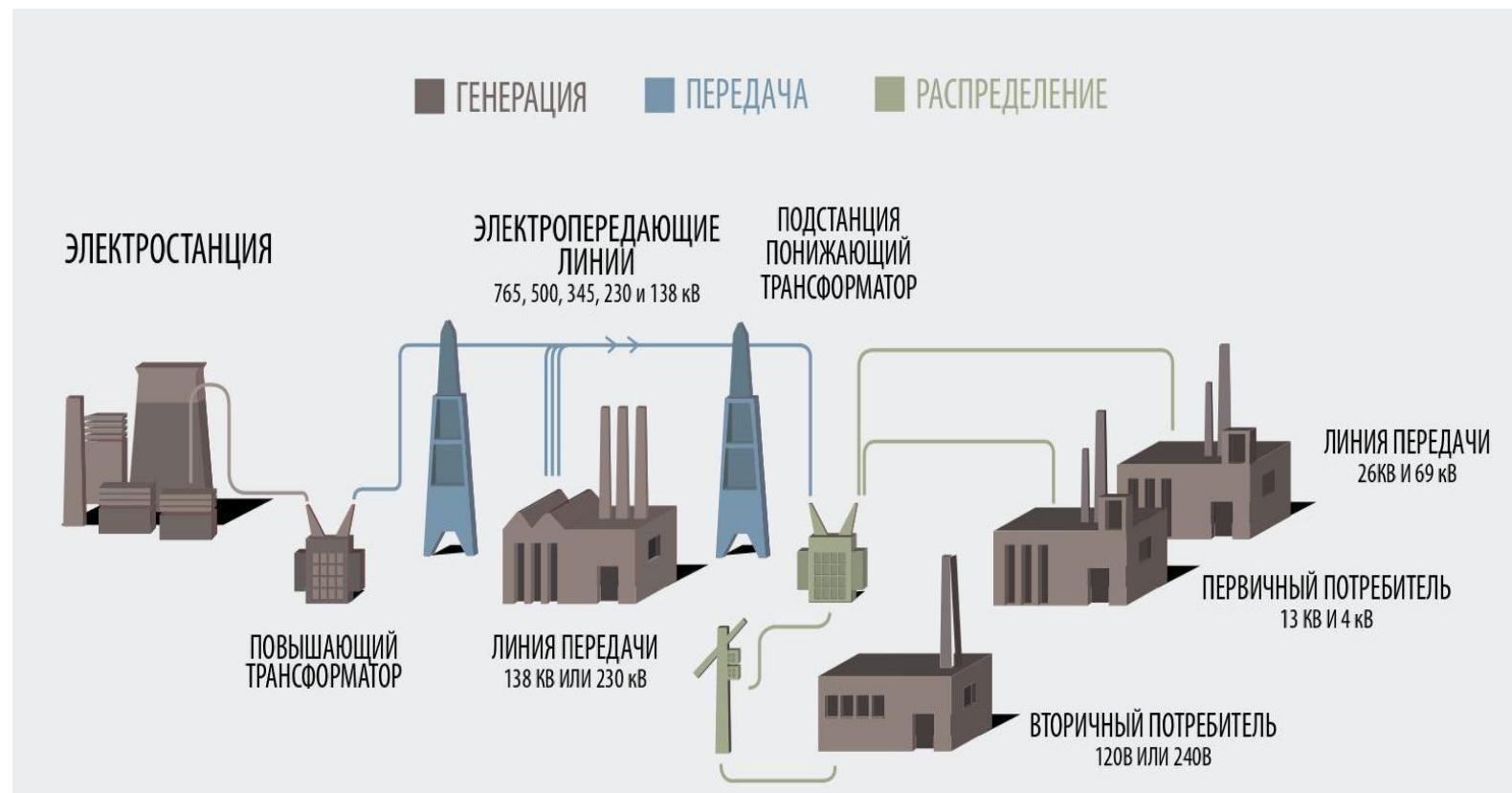


## Цель лекции

Изучение схем замещения генератора, трансформаторов и автотрансформаторов, определение их параметров.

## Содержание лекции

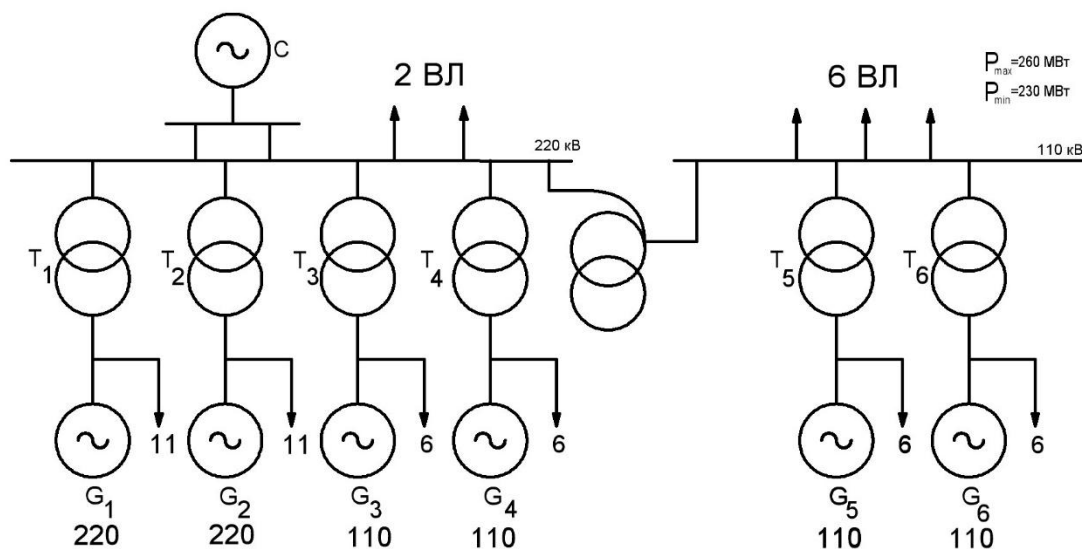
- параметры генератора
- двухобмоточные трансформаторы
- трансформаторы с расщепленными обмотками
- трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы.



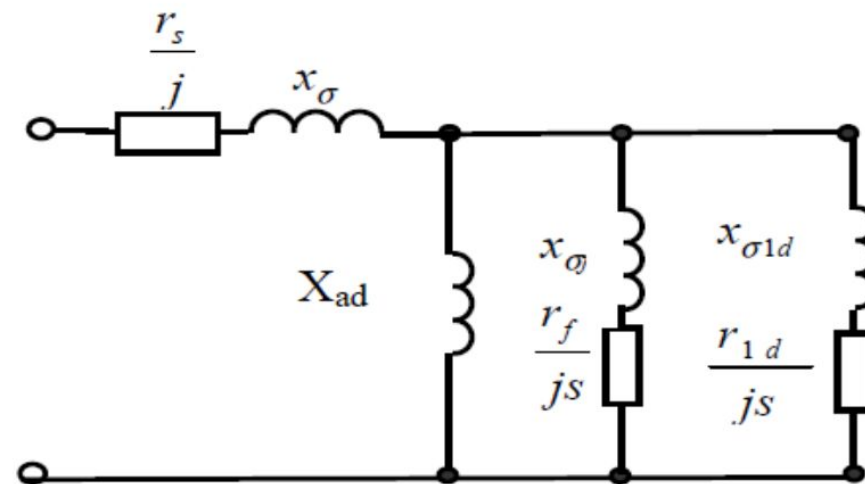


## Генераторы

Генераторы относятся к наиболее сложным элементам электрической системы, в значительной мере определяющих ее динамические режимы. Для моделирования переходных режимов генераторов используются уравнения Парка-Горева и схемы замещения.



Подключение генераторов к энергосистеме



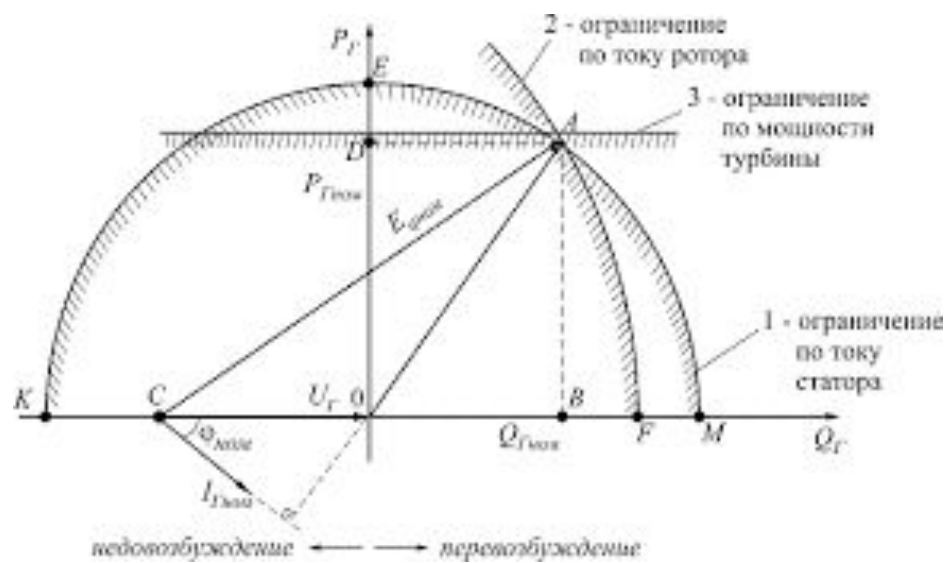
Г-образная схема замещения СТ  
по оси d ротора



## Генераторы

Основные задаваемые параметры при расчете режима:

- $P$  – активная мощность генерации.
- $P_{\min}$ ,  $P_{\max}$  – минимальная/максимальная активная генерация.
- $Q_{\min}$ ,  $Q_{\max}$  – минимальная/максимальная реактивная генерация.
- $N_{PQ}$  – номер PQ-характеристики (диаграмма мощности генератора).



PQ диаграмма

	O	S	Тип	Номер	Название	U_ном	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	V_ш	V	Delta
1	<input type="checkbox"/>		База	1	Подстанция 1	110			-78,9	18,6					110,00	
2	<input type="checkbox"/>		Нагр	2	Подстанция 2	110									110,55	0,46
3	<input type="checkbox"/>		Ген	3	Электростанция 1	20			80,0	-17,5	20,0	-40,0	60,0		20,00	0,91

	S	ПГ	N agr	Название	N узла	P	Q	Pmin	Pmax	Qmin	Qmax	N_PQ
1		<input type="checkbox"/>	1	Генератор 1	3	80,00		20,00	100,00	-40,00	60,00	

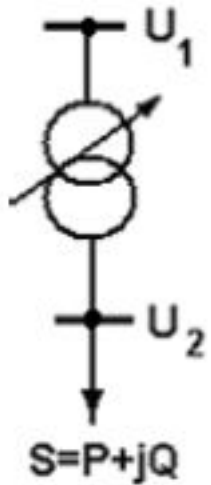


## Двухобмоточные трансформаторы

При расчетах электрических сетей двухобмоточный трансформатор представляют  $\Gamma$ -образной схемой замещения.

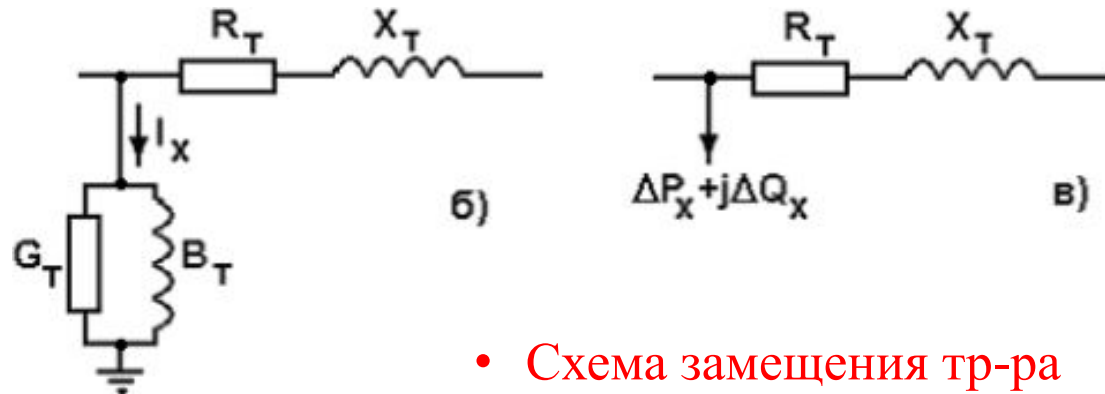
**Продольные параметры** - активное и реактивное сопротивления  $R_T$  и  $X_T$  обмоток трансформатора.

**Поперечные параметры** - активная и реактивная проводимости  $G_T$  и  $B_T$



- **двухобмоточный трансформатор**

O	S	Тип	N_нач	N_кон	...	I...	Название	R	X	V	Kт/г	N_анц	БД_анц
1	<input type="checkbox"/>	ЛЭП	1	2	1		Подстанция 1 - Подстанция 2	1,00	1,00	-1,0			
2	<input type="checkbox"/>	Тр-р	2	3			Подстанция 2 - Электростанция 1	1,00	1,00	-1,0	0,180		

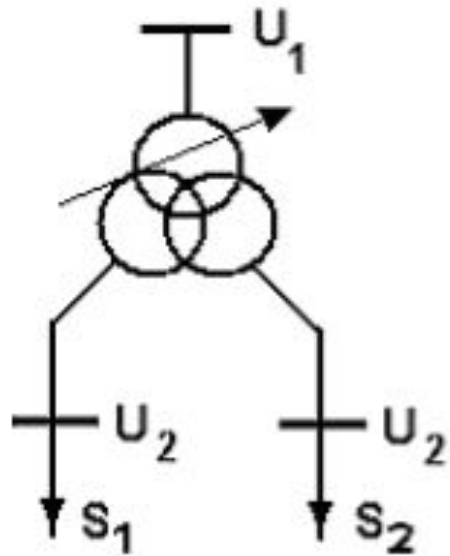


- **Схема замещения тр-ра**



## Трансформаторы с расщепленными обмотками

Применение трансформаторов с расщепленной вторичной обмоткой позволяет уменьшить токи короткого замыкания, поскольку сопротивление каждой полуобмотки такого трансформатора в два раза больше, чем у трансформатора без расщепления вторичной обмотки



Двухобмоточный трансформатор  
с расщепленной обмоткой

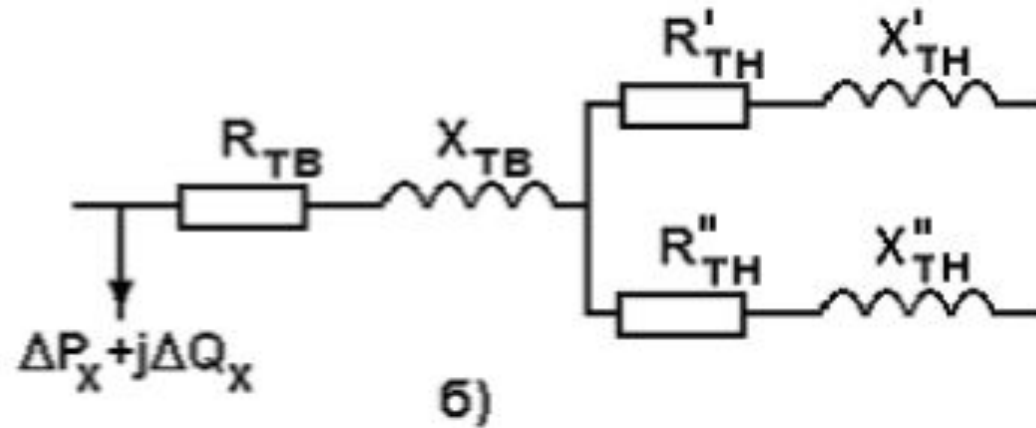


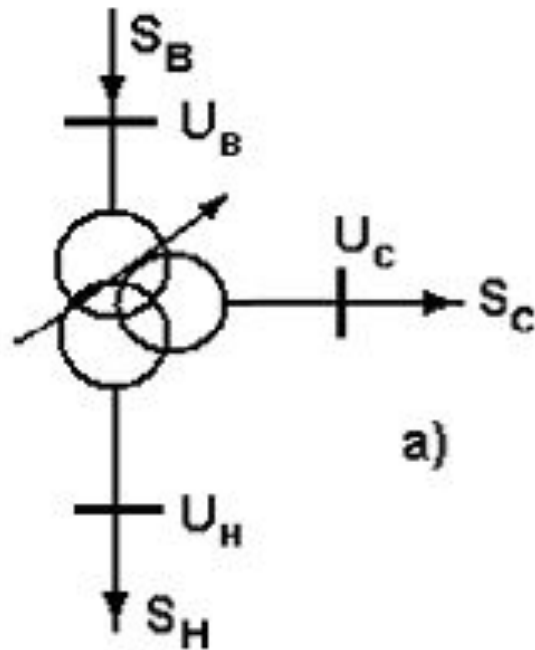
Схема замещения





## Трехобмоточные трансформаторы

Трехобмоточные трансформаторы предназначены для связи электрических сетей трех номинальных напряжений: высшего  $U_B \dots 220$  кВ, среднего  $U_{КС} = 20 \dots 35$  и низшего  $U_H \dots 10$  кВ.



Трехобмоточный  
трансформатор

Продольные параметры трехобмоточного трансформатора представлены трехлучевой схемой

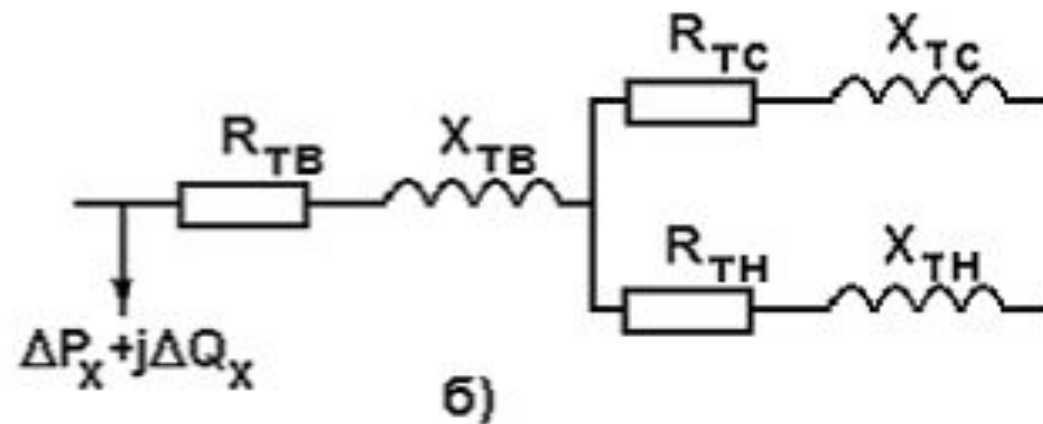


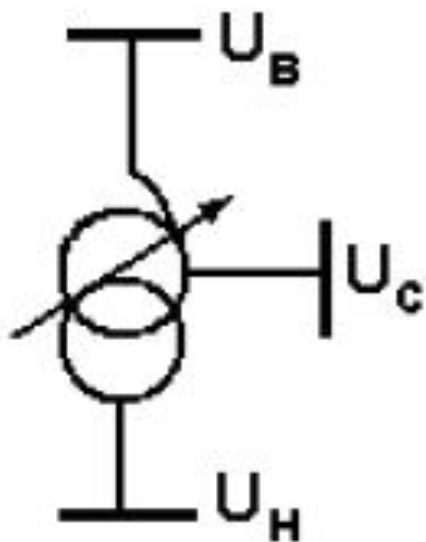
Схема замещения



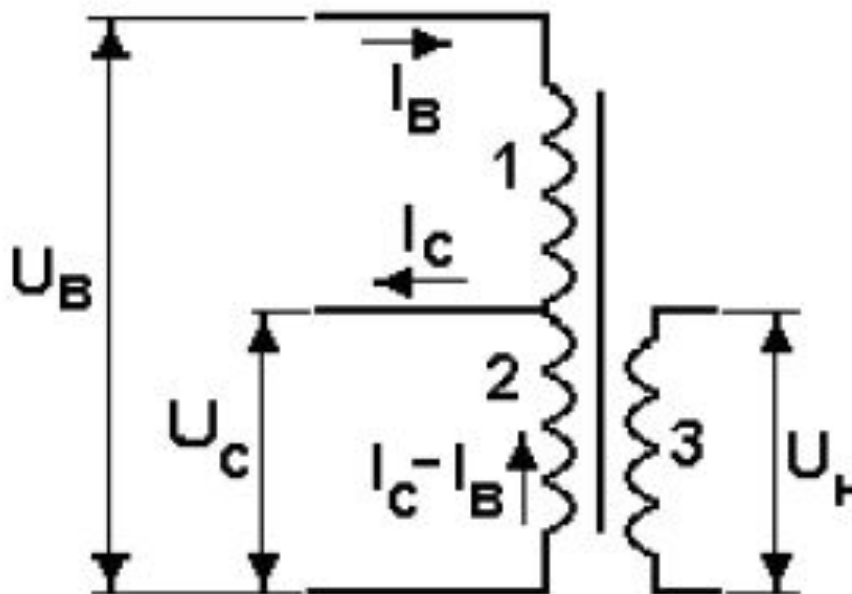
## Автотрансформаторы

В электрических сетях напряжением 220 кВ широко применяются автотрансформаторы (АТ).

Отличительной особенностью АТ является наличие электрической связи между обмотками высшего и среднего напряжения. Связь этих обмоток с обмоткой низшего напряжения электромагнитная.



Автотрансформатор



Принципиальная схема одной фазы



# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Основные параметры генератора?
2. Зависимость каких характеристик представлена на PQ-диаграмме генератора?
3. Типы трансформаторов?
4. Где применяются автотрансформаторы?