



ДОГОВОР ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

**(анализ данных, фигурирующих
в договоре)**

ВЕЛИЧИНЫ, ТРЕБУЮЩИЕ ВНИМАНИЯ ПРИ ЗАКЛЮЧЕНИИ ДОГОВОРА

- Категория потребителя по степени надежности и бесперебойности электроснабжения;
- Перерыв в электроснабжении;
- Объемы аварийной и технологической брони.



ВЕЛИЧИНЫ, ТРЕБУЮЩИЕ ВНИМАНИЯ ПРИ ЗАКЛЮЧЕНИИ ДОГОВОРА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

- Заявляемая активная мощность для часов максимума нагрузки энергосистемы **(P_{max})**;
- Экономическое значение реактивной мощности (энергии) **($V_{pэ}$)** ;
- Тариф;



ВЕЛИЧИНЫ, ТРЕБУЮЩИЕ ВНИМАНИЯ ПРИ ЗАКЛЮЧЕНИИ ДОГОВОРА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

- Норматив потерь электрической энергии (*если расчетный счетчик находится не на границе раздела балансовой принадлежности*) (**$\Delta W, \%$**);
- Взаимоотношения потребителей и энергоснабжающих организаций по обеспечению качества ЭЭ.



1. ОБОСНОВАНИЕ МОЩНОСТИ, УЧАСТВУЮЩЕЙ В МАКСИМУМЕ НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

- Значительное количество современных предприятий содержит в своей структуре электропотребления, помимо затрат электроэнергии на основное производство, расход ЭЭ на непромышленные нужды (столовые, магазины, спортивные сооружения, соцкультбыт и т.д.), а также субабонентов и арендаторов – это в основном одноставочные потребители.



- Одноставочные потребители должны оснащаться приборами учета активной и реактивной энергии и фигурировать в приложении к ДПЭ с указанием величины активной мощности, потребляемой ими в часы максимума нагрузки энергосистемы.



- Р Σ одноставочных потребителей, участвующая в заявленном максимуме нагрузки основного абонента энергоснабжающей организации, должна исключаться из оплаты по основной ставке тарифа (за мощность).
- В случае отсутствия в ДПЭ списка одноставочных потребителей основного абонента плата за заявленную активную мощность будет завышенной !!!



2. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ – $V_{PЭ}$

За потребление реактивной энергии сверх
экономического значения взимаются надбавки в
виде платы за 1 кВАрч в размере 8% от тарифа на
активную электроэнергию;

Допустим $T = 213,88$ коп/кВтч

8% = 17,11 коп/кВАрч



- Величина реактивной энергии, предъявляемой к оплате, определяется по формуле:

$$V_{р.пл.} = V_{рф} - (V_{рэ} + V_{р с/а}).$$

Данные счетчика →

Расчетные данные →

Ошибочно принимают равным 0 →

$V_{pф}$ - фактическое значение реактивной энергии, потребленное за расчетный период;

$V_{p с/а}$ - значение реактивной энергии, потребленное субабонентами, которые освобождены от платы за реактивную энергию.



- От платы за реактивную энергию освобождается население и потребители с ежемесячным потреблением активной энергии не более 30 000 кВтч.
- Основой при расчете экономических значений реактивной энергии является экономическое значение коэффициента реактивной мощности $\text{tg } \varphi$.



Нормативное значение $\text{tg } \varphi_{\text{э}}$ для шин 6 – 10 кВ подстанций 35 – 750 кВ и шин любого вторичного напряжения трансформаторов определяется по формуле:

$$\text{tg } \varphi_{\text{э}} = \frac{\text{tg } \varphi_{\text{б}}}{K (0,4 d_{\text{max}} + 0,6)}$$



Где:

- $\text{tg } \varphi \text{ б}$ - базовый коэффициент реактивной мощности, принимаемый:

0,4; 0,5; 0,6 для сетей 6 -10 кВ,
присоединенных к шинам подстанций с высшим
напряжением соответственно 35, 110, 220 кВ и
выше;

для шин генераторного напряжения

$\text{tg } \varphi \text{ б} = 0,6$.



- d_{\max} - отношение потребления активной энергии (для двухставочных потребителей - мощность) потребителем в квартале максимальной нагрузки системы к потреблению в квартале его максимальной нагрузки;



- К - коэффициент, учитывающий отличие стоимостей электроэнергии в различных энергосистемах (для Томска $K = 1$).
- Если значение $\text{tg } \varphi$ э.н., рассчитанное по формуле больше 0,7, его принимают равным 0,7.



- Если потребитель питается от шин 6 -10 кВ, получающих питание от трансформаторов с различными высшими напряжениями, нормативный коэффициент определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi \varepsilon = \sum_{j=1}^n \operatorname{tg} \varphi \varepsilon_j * d_j .$$



Где:

d_j - доля номинальной мощности трансформаторов j -го напряжения в суммарной номинальной мощности трансформаторов ($\sum d_j = 1$).



Проведенная экспертиза ДПЭ многих предприятий показала, что величины экономических значений реактивной энергии занижены примерно в 3 – 4 раза по сравнению с реальными, что приводит к существенному повышению платы за реактивную энергию.

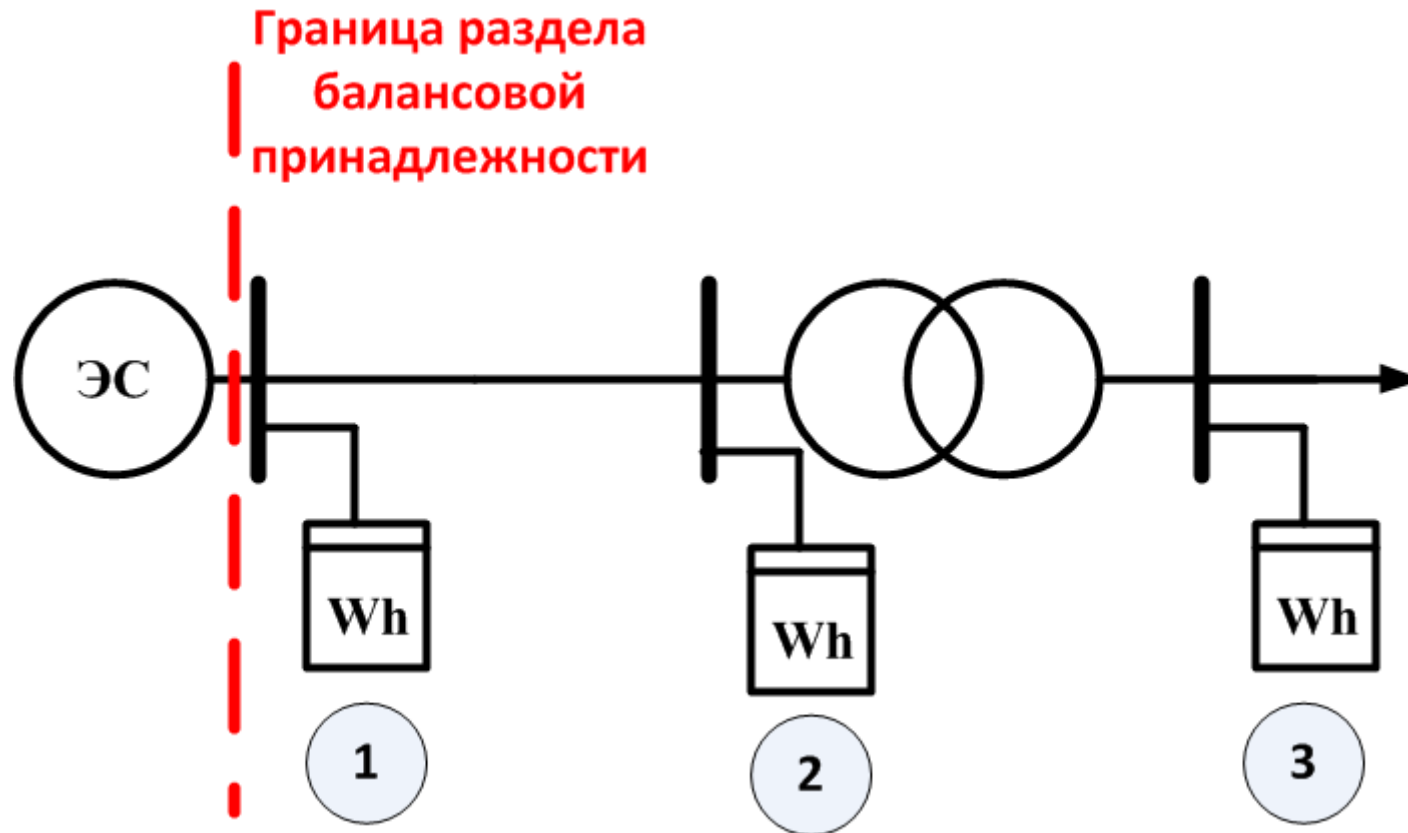
Кроме этого, как правило, не учитывается реактивная энергия, потребляемая одноставочными потребителями и населением, которые должны освободиться от ее оплаты.



3. НОРМИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ ЭЭ

Лектор_к.т.н., доцент ЭНИН Климова
Г.Н.





- *Возможные места установки коммерческого учета*

- Для потребителей. У которых приборы коммерческого учета установлены не на ГРБП, предусмотрено нормирование потерь ЭЭ в питающих линиях и силовых трансформаторах, находящихся на балансе потребителя.





ВАРИАНТЫ НОРМИРОВАНИЯ ПОТЕРЬ

- 1. Нормативная таблица.**
- 2. Расчетный средневзвешенный коэффициент мощности.**

СПОСОБ 1

ФРАГМЕНТ НОРМАТИВНОЙ ТАБЛИЦЫ

Напряжени е обмотки ВН, $U_{\text{âи}}$, кВ	Номинальная мощность трансформато ра, S_i , кВА	Потери электроэнергии, %					
		Работа предприятия в одну смену		Работа предприятия в две смены		Работа предприятия в три смены	
		$\cos \varphi > 0,$ 9	$\cos \varphi < 0,$ 9	$\cos \varphi > 0,$ 9	$\cos \varphi < 0,$ 9	$\cos \varphi > 0,$ 9	$\cos \varphi < 0,$ 9
35	1000	4,1	5,1	2,8	3,4	2,0	2,4
	1600	3,9	4,9	2,7	3,5	1,9	2,3
	1800	3,7	4,6	2,5	3,1	1,8	2,1
	2500	3,2	4,1	2,4	2,7	1,6	1,9
	3200	2,9	3,6	2,0	2,4	1,4	1,7
	4000	2,8	3,5	1,9	2,4	1,3	1,7
	5600	2,7	3,3	1,8	2,3	1,3	1,6



СПОСОБ 2: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТРАНСФОРМАТОРАХ ПРИ ОЦЕНКЕ РАСЧЕТНОГО СРЕДНЕВЗВЕШЕННОГО КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

- Средневзвешенный коэффициент мощности электроустановок у потребителей определяется за расчетный период (месяц) на основании суммарных показателей счетчиков активной и реактивной энергии, установленных на стороне первичного напряжения потребительских трансформаторов, преобразующих напряжение сети в рабочее.



2.1. ПОТЕРИ В ДВУХОБМОТОЧНОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ

- а) каталожные или паспортные:
- S_n , кВА; ΔP_{xx} , ΔP_{kz} , кВт; I_{xx} , %; U_{kz} , %.
- б) данные счетчиков:
- активная W_a и реактивная V_p энергия,
- учтенная за месяц по расчетным электросчетчикам.



- в) расчетные данные:
- Потери реактивной мощности

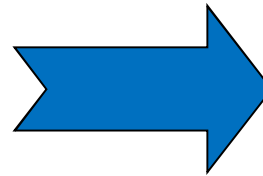
$$\Delta Q_{XX} = S_H \cdot \frac{I_{XX}}{100}$$

$$\Delta Q_{K3} = S_H \cdot \frac{U_{K3}}{100}$$



- средневзвешенный коэффициент мощности ($\cos \varphi_{\text{ср}}$):

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{p}}}{W_{\text{a}}}$$



$$\cos \varphi_{\text{ср}}$$



- коэффициент загрузки трансформатора:

$$k_3 = \frac{W_a}{S_H \cdot T_{II} \cdot \cos \varphi_{cp}}$$



- где T_{Π} – число часов работы трансформатора, которое принимается в:
- январе, марте, мае, июле, августе, октябре, декабре равным 744ч;
- в апреле, июне, сентябре, ноябре – 720ч;
- в феврале – 672ч, а для високосного года – 696ч.



- потери энергии в трансформаторе по формулам:
- потери активной энергии, кВтч

$$\Delta W_a = \Delta P_{\text{ХХ}} \cdot T_{\text{П}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot k_3^2 \cdot T_{\text{раб}}$$

- потери реактивной энергии, кВАрч

$$\Delta V_p = \Delta Q_{\text{ХХ}} \cdot T_{\text{П}} + \Delta Q_{\text{КЗ}} \cdot k_3^2 \cdot T_{\text{раб}}$$



- где $T_{\text{раб}}$ – число часов работы трансформатора в течение месяца с номинальной нагрузкой, которое принимается равным для предприятий, работающих :
- в одну смену – 200ч,
- в две смены – 450ч,
- в три смены – 700ч.



- для предприятий, у которых электросчетчики установлены на стороне первичного напряжения (до абонентского трансформатора с высшим напряжением 35кВ и выше), определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{расч}} = \frac{V_p - \Delta V_p}{W_a - \Delta W_a}$$



$$\cos \varphi_{\text{расч}}$$



2.2. ПОТЕРИ В ТРЕХОБМОТОЧНОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ

- а) каталожные или паспортные;
- б) расчетные:
- потери реактивной мощности трансформатора, кВАр:

$$\Delta Q_{XX} = S_H \cdot \frac{I_{XX}}{100}$$



- напряжение короткого замыкания каждой из обмоток трансформатора, %

$$U_{\text{ВН}} = 0,5 \cdot (U_{\text{ВН-СН}} + U_{\text{ВН-НН}} - U_{\text{СН-НН}}),$$

$$U_{\text{СН}} = 0,5 \cdot (U_{\text{СН-НН}} + U_{\text{ВН-СН}} - U_{\text{ВН-НН}}),$$

$$U_{\text{НН}} = 0,5 \cdot (U_{\text{ВН-НН}} + U_{\text{СН-НН}} - U_{\text{ВН-СН}});$$

- реактивная мощность, потребляемая обмотками высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора при полной их загрузке, кВАр:

$$\Delta Q_{\text{ВН}} = S_{\text{ВН}} \cdot \frac{U_{\text{ВН}}}{100},$$
$$\Delta Q_{\text{СН}} = S_{\text{СН}} \cdot \frac{U_{\text{СН}}}{100},$$
$$\Delta Q_{\text{НН}} = S_{\text{НН}} \cdot \frac{U_{\text{НН}}}{100}.$$



- Активная энергия, прошедшая через обмотки высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора

$$W_{a_{ВН}} = W_{a_{СН}} + W_{a_{НН}}$$

$$W_{a_{СН}}$$

$$W_{a_{НН}}$$



- Реактивная энергия, прошедшая через обмотки высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора

$$V_{p_{ВН}} = V_{p_{СН}} + V_{p_{НН}}$$

$$V_{p_{СН}}$$

$$V_{p_{НН}}$$



- средневзвешенный коэффициент мощности на сторонах высшего, среднего и низшего напряжений

$$\cos \varphi_{\text{ср}_{\text{ВН}}}, \cos \varphi_{\text{ср}_{\text{СН}}}, \cos \varphi_{\text{ср}_{\text{НН}}}$$



- коэффициент загрузки каждой из обмоток трансформатора

$$k_{3_{\text{BH}}} = \frac{W_{a_{\text{BH}}}}{S_{\text{BH}} \cdot T_{\text{II}} \cdot \cos \varphi_{\text{cp}_{\text{BH}}}}; \quad k_{3_{\text{CH}}} = \frac{W_{a_{\text{CH}}}}{S_{\text{CH}} \cdot T_{\text{II}} \cdot \cos \varphi_{\text{cp}_{\text{CH}}}};$$
$$k_{3_{\text{HH}}} = \frac{W_{a_{\text{HH}}}}{S_{\text{HH}} \cdot T_{\text{II}} \cdot \cos \varphi_{\text{cp}_{\text{HH}}}};$$



- потери энергии в трансформаторе:
- потери активной энергии

$$\Delta W_a = \Delta P_{XX} \cdot T_{\Pi} + (\Delta P_{BH} \cdot k_{3_{BH}}^2 + \Delta P_{CH} \cdot k_{3_{CH}}^2 + \Delta P_{HH} \cdot k_{3_{HH}}^2) \cdot T_{\text{раб}},$$

Лектор_к.т.н., доцент ЭНИИ Климова
Г.Н.

- потери реактивной энергии

$$\Delta V_p = \Delta Q_{XX} \cdot T_{\Pi} + (\Delta Q_{BH} \cdot k_{3_{BH}}^2 + \Delta Q_{CH} \cdot k_{3_{CH}}^2 + \Delta Q_{HH} \cdot k_{3_{HH}}^2) \cdot T_{\text{раб}},$$



- Расчетный средневзвешенный коэффициент мощности определяется так же, как и для двухобмоточного трансформатора.

$$\text{tg } \varphi_{\text{расч}} = \frac{V_p - \Delta V_p}{W_a - \Delta W_a} \rightarrow \cos \varphi_{\text{расч}}$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ПОТЕРЬ В ПИТАЮЩЕЙ ЛИНИИ

- *Требуемые исходные данные:*

- длина линии L , км;
- активное погонное сопротивление линии R_0 , Ом/км;
- реактивное погонное сопротивление линии X_0 , Ом/км;
- активная энергия, переданная по линии W_a , кВтч;
- реактивная энергия, переданная по линии V_p , кВАрч;
- число часов работы линии за расчетный период T_p , час.



- Средний ток линии определяется по формуле:

$$I_{\text{ср}} = \frac{\sqrt{W_{\text{а}}^2 + V_{\text{р}}^2}}{\sqrt{3}U_{\text{н}} \cdot T_{\text{п}}},$$



- Потери активной и реактивной энергии

$$\Delta W_a = 3I_{\text{ср}}^2 \cdot R \cdot T_{\text{П}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$\Delta V_p = 3I_{\text{ср}}^2 \cdot X \cdot T_{\text{П}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВАр} \cdot \text{ч}.$$



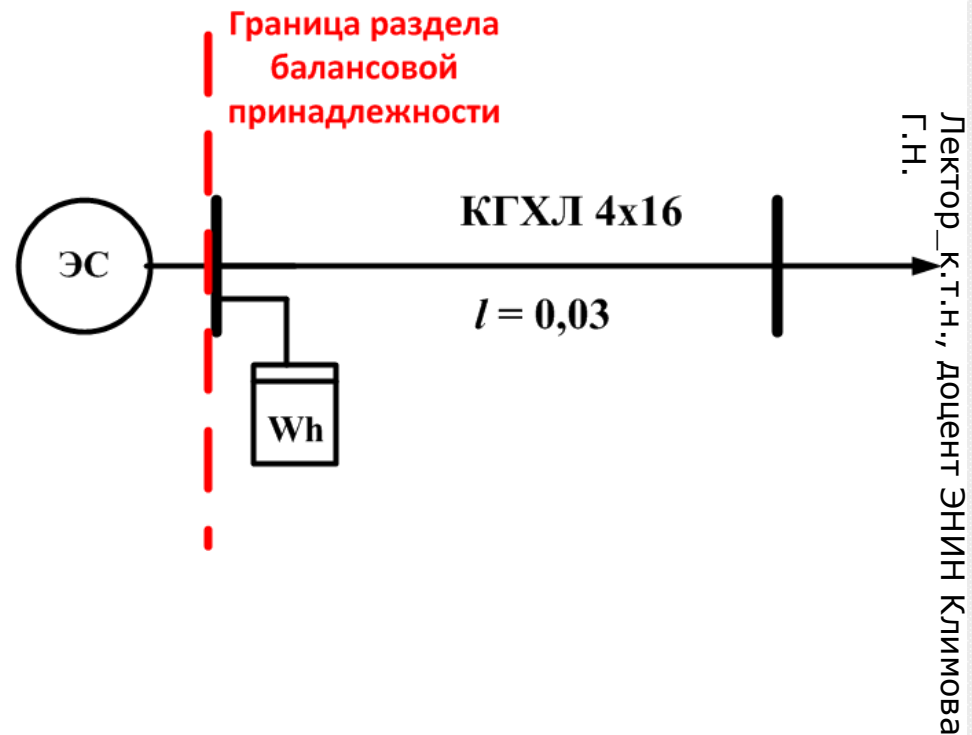
Лектор К.Т.Н., доцент ЭНИИ Климова Г.Н.



ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

ПРИМЕР 1: ОБОСНОВАНИЕ ПОТЕРЬ В ЛИНИИ

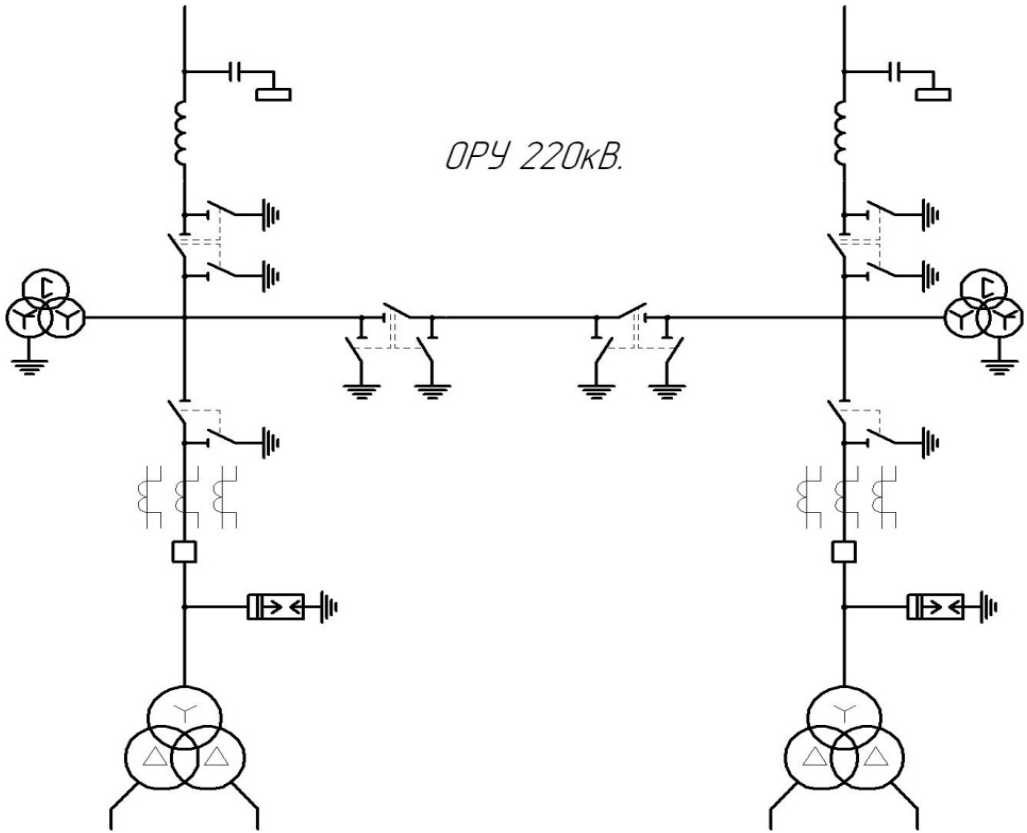
- $R_0 = 1,1 \text{ Ом/км};$
- $U_H = 0,38 \text{ кВ};$
- $T_n = 3000 \text{ час};$
- Активная энергия
- $W_A = 28\,700 \text{ кВтч};$
- Реактивная энергия
- $V_p = 22\,960 \text{ кВАрч}$
- (при $\text{tg}\varphi=0,8$).



Норматив потерь, утвержденный в договоре, составляет 5,89%



ПРИМЕР 2



○ Типовая схема №220-4Н РУ-220кВ



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- **ВЛ**: АС-300/48, $L=3,2$ км, $r_0=0,075$ Ом/км, $x_0=0,429$ Ом/км.
- **Трансформатор**: ТРДЦН-160000/220 ,
 $\Delta P_{кз} = 525$ кВт,
 $\Delta P_{хх} = 167$ кВт,
 $U_{кз} = 12$ %,
 $I_{хх} = 0,6$ %,
 $W_{агод} = 380$ млн. кВтч,
 $V_{ргод} = 69$ млн. кВАрч.
- $W_{ам} = 16$ млн. кВтч,
- $V_{рм} = 6$ млн. кВАрч.
- $T_{п} = 744$ ч.
- $T_{р} = 700$ ч.

