

# Технико-экономическое обоснование (ТЭО) структурной схемы

Предварительно составленные варианты структурной схемы станции сравнивают по критерию минимума приведенных затрат.

Затраты приведены к одному году эксплуатации станции.

Структура затрат

- Капиталовложения, в расчете на один год срока окупаемости;
- Издержки в течение года эксплуатации станции
  - на амортизацию основных фондов
  - на обслуживание электроустановки;
  - на потери электроэнергии (преимущественно, в силовых трансформаторах)
- Ожидаемый ежегодных ущерб от ненадежности структурной схемы.

# Технико-экономическое обоснование (ТЭО) структурной схемы

## Приведенные затраты

$$Z_{\text{ПРИВ}} = E_H * K_{\Sigma} + И + М(У)$$

## КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ

$$K_{\Sigma} = K_{\text{Тр.БЛ}} + K_{\text{Тр.СВ}} + K_{\text{яч.НН}} + K_{\text{яч.СН}} + K_{\text{яч.ВН}} + \\ + K_{\text{яч.С.Н.}} + K_{\text{яч.НГ.НН}}$$

$$E_H = \frac{1}{T_{\text{ОКУП}}} \approx 0,12$$

$$K_T = K_T^{\text{КАТ}} * \alpha_{\text{ТРАНСП}}$$

# ТЭО структурной схемы

ИЗДЕРЖКИ структурной схемы

$$I = I_{\text{ОБСЛ}} + I_{\text{АМ}} + I_{\text{ПОТ.ЭЭ}}$$

$$I_{\text{ОБСЛ}} = b_{\text{ОБС}} * K_{\Sigma} \approx 0,03 * K_{\Sigma}$$

$$I_{\text{АМ}} = b_{\text{АМ}} * K_{\Sigma} \approx 0,058 * K_{\Sigma}$$

$$I_{\text{ПОТ.ЭЭ}} = b_{\text{ПОТ}} * W_{\text{ПОТ}}$$

# ТЭО структурной схемы

Издержки на потери электроэнергии

$$I_{\text{пот.ЭЭ}} = b_{\text{пот}} * W_{\text{пот}}$$

$$W_{\text{пот}} = W_{\text{пот.ХХ}} + W_{\text{пот.КЗ}}$$

Рассматриваются потери электроэнергии в трансформаторах:

- потери в стали сердечника,  $W_{\text{пот.ХХ}}$ ;
- потери в меди обмоток,  $W_{\text{пот.КЗ}}$ .

# ТЭО структурной схемы

Потери в стали определяются числом подключенных трансформаторов

$$W_{ПОТ.ХХ}^{СУТ} = \sum_{i=1}^m n_i * \Delta t_i * \Delta P_{ХХ}$$

$$W_{ПОТ.ХХ} = \sum_{j=\text{зима}}^{\text{лето, паводок}} N_j * W_{ПОТ.ХХ}^{СУТ.j}$$

Трансформаторы с  $U_{вн} \geq 500$  кВ :

$$W_{ПОТ.ХХ} = n_{Тр} * \Delta P_{ХХ} * 8760$$

# ТЭО структурной схемы

Потери в меди определяются графиками нагрузки трансформаторов

$$W_{\text{ПОТ.КЗ}}^{\text{СУТ}} = \sum_{j=1}^{n_{\text{Тр}}} \Delta P_{\text{КЗ.}j} * \sum_{i=1}^m \left[ \left( \frac{S_i}{S_{\text{Тр.ном}}} \right)^2 * \Delta t_i \right]$$

$$W_{\text{ПОТ.КЗ}} = \sum_{j=\text{зима}}^{\text{лето, паводок}} N_j * W_{\text{ПОТ.КЗ}}^{\text{СУТ.}j}$$

# ТЭО структурной схемы

Удельные издержки на потери электроэнергии

$T_{НБ}$ , ч	2500	3000	4000	5000	6000	7000
$b_{nom}$ , $10^{-2}$ о. е./кВт*ч	4,3	3,6	2,8	2,4	2,1	1,9

$$T_{НБ} = \frac{\left( \sum_i P_{Г.i} * \Delta t_i \right) * N_{ЗИМА} + \left( \sum_i P_{Г.i} * \Delta t_i \right) * N_{ЛЕТО} + \left( \sum_i P_{Г.i} * \Delta t_i \right) * N_{ПАВОДОК}}{P_{УСТ}}$$

# ТЭО структурной схемы

## УЩЕРБ

Различают:

- системный ущерб;
- ущерб от недоотпуска электроэнергии потребителю.



# ТЭО структурной схемы

## Расчет приведенных затрат

### Системный ущерб, $M(Y_1)$

возникает от снижения частоты в системе при дефиците мощности

$$\left\{ \begin{array}{l} M(Y_1) = M(W_f) + M(W_{nf}) \\ M(W_f) = \sum_i y_{fi} * P_{НГ} * t_i * s_1 \quad \text{– ущерб от снижения частоты} \\ M(W_{nf}) = \sum_i y_{пф} * P_{откл} * t_i * s_1 \quad \text{– ущерб от действия АЧР-1 (48,5 Гц)} \end{array} \right.$$

$s_1$  – вероятность возникновения системного ущерба;

$P_{НГ}$  – нагрузка энергосистемы в исходном режиме

$$y_f = 0,007 * \Delta f^2, \text{ o.e. / (кВт * ч)}$$

$$\Delta f = \frac{f_{НОМ} * \Delta P}{k_{НГ} * P_{НГ}}, k_{НГ} \approx 2$$

$$y_{пф} = 0,6 \text{ _ o.e. / (кВт * ч)}$$

# ТЭО структурной схемы

## Расчет приведенных затрат

### Системный ущерб, $M(Y_p)$

Расчетные условия – аварийное отключение трансформатора блока

$$s_1 = w * p^H$$

$$p^H = 1 - \frac{\mu_{КАП} * T_{КАП} + \mu_{ТЕК} * T_{ТЕК} + w * T_B}{8760}$$

$$\Delta P = P_{\text{бл.уст}}$$

$$t = T_B$$

# ТЭО структурной схемы

## Расчет приведенных затрат

**Ущерб у потребителя,  $M(Y_2)$**

возникает при прекращении электроснабжения потребителя

$$M(Y_2) = \sum_i y_{\Pi} * \Delta P_i * t_i * s_2$$

$$y_{\Pi} \approx 2,8 \text{ _o.e. / (кВт * ч)}$$

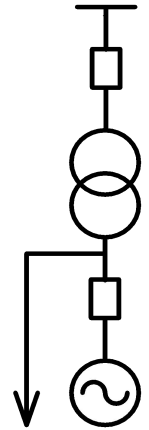
$s_2$  – вероятность прекращения электроснабжения потребителя;

Расчетное условие – наложение отказа трансформатора на ремонт генератора моноблока

$$s_2 = w_T * p_{\Gamma}^p$$

$$p_{\Gamma}^p = \frac{\mu_{КАП} * T_{КАП} + \mu_{ТЕК} * T_{ТЕК}}{8760}$$

$$\Delta P = P_{НГ}^{нб} \quad (\text{РП типа «Ж»})$$



# ТЭО структурной схемы

## Расчет приведенных затрат

### Стационарный ущерб, $M(Y_3)$

возникает из-за недоиспользования основных средств

$$M(Y_3) = \sum_i c * \Delta P_i * t_{\text{рем}}$$

$$c \approx 0,14 \text{ _o.e. / (кВт * ч)}$$

Расчетное условие – ремонт блока

$s_3$  – вероятность нахождения блока в ремонтном состоянии

$$t_{\text{рем}} = \mu_{\text{КАП}} * T_{\text{КАП}} + \mu_{\text{ТЕК}} * T_{\text{ТЕК}}$$

$$\Delta P_i = P_{\text{бл.уст}}$$