

Сынчиков Дмитрий Сергеевич,  
студент Высшей школы энергетики нефти и газа,  
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) Федеральный университет  
имени Ломоносова»

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СХЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Аннотация.** В данной статье пойдет речь о выборе вариантов схем электрических соединений на основе их технико-экономического сравнения.

Актуальность рассматриваемой темы заключается в том, что проектирование и создание схем электроснабжения сопряжено с большими экономическими затратами. В целях снижения данных затрат проводится технико-экономическое сравнение вариантов электрических соединений.

**Ключевые слова:** технико-экономическое сравнение, схема электрических соединений, экономические затраты, приведенные затраты, отчисление на амортизацию.

При сравнении вариантов с различным уровнем надежности электрооборудования рекомендуется пользоваться формулой приведенных затрат:

$$Z = E_H \cdot K + I + U, \quad (1)$$

где  $E_H$  - нормативный коэффициент экономической эффективности,  $E_H = 0,12$ ;

$K$  - капитальные вложения (определяются по укрупненным показателям);

$I$  - годовые эксплуатационные издержки;

$U$  - ущерб от недоотпуска электроэнергии.

Расчет приведенных затрат будем вести для РУ ВН, так как стоимость оборудования на стороне высшего напряжения в разы превышает стоимость оборудования на стороне низшего напряжения, кроме того, в представленных вариантах РУ НН не отличаются.

Расчетную стоимость оборудования определим по [2, стр. 59-61]. Для подсчета капитальных вложений составим таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Капитальные вложения на строительство подстанции

Наименование оборудования	Укрупненные стоимостные показатели оборудования, тыс. руб.	Вариант №1		Вариант №2		Вариант №3	
		Количество единиц оборудования	Сумма стоимости оборудования, тыс. руб	Количество единиц оборудования	Сумма стоимости оборудования, тыс. руб	Количество единиц оборудования	Сумма стоимости оборудования, тыс. руб
Трансформаторы	7786	2	15572	2	15572	2	15572
Ячейки РУ с ВВ элегазовым выключателем	2407	7	16849	8	19256	4	9628
Разъединители	240,7	12	2888,4	21	5054,7	12	2888,4
Всего	-	-	35309,4	-	39882,7	-	28088,4

Годовые эксплуатационные издержки определяются по формуле:

$$I = \frac{\alpha \cdot K}{100} + \beta \cdot \Delta A_{год}, \quad (2)$$



где  $\alpha$  -отчисления на амортизацию и обслуживание,  $\alpha = 9,4\%$  ;  
 $\beta$  -стоимость 1 кВт·ч, руб/(кВт·ч),  $\beta = 4,0$  руб/(кВт·ч);  
 $\Delta A_{год}$  -потери электроэнергии, кВт/ч.

Потери электроэнергии можно в упрощенном варианте посчитать как потери в двухобмоточном трансформаторе:

$$\Delta A_{год} = \Delta P_{mp} = \Delta P_{x.x.} \cdot T + \Delta P_{к.з.} \cdot \left( \frac{S_{max}}{S_{ном.тр.}} \right)^2 \cdot \tau, \quad (3)$$

где  $\Delta P_{x.x.}$  -потери холостого хода;

$T$  -число часов работы трансформатора в году,  $T = 8760$  ч;

$\Delta P_{к.з.}$  -потери короткого замыкания;

$S_{max}$  -максимальная нагрузка одного трансформатора,  $S_{max} = 36$  МВА;

$S_{ном.тр.}$  -номинальная мощность трансформатора,  $S_{ном.тр.} = 32$  МВА;

$\tau$  -число часов максимальных потерь [1].

Для определения  $\tau$  необходимо по суточному графику нагрузок (рисунок 1.1)  $S = f(t)$  найти число часов использования максимальной нагрузки:

$$T_{max} = 365 \cdot \sum_{i=1}^N \frac{S_i \cdot t_i}{S_{max}}, \quad (4)$$

где  $S_i \cdot t_i$  - величина и продолжительность ступени нагрузки в суточном графике.

$$T_{max} = 365 \cdot \left( \frac{5,4 \cdot 4 + 7,2 \cdot 2 + 36 \cdot 4 + 18 \cdot 6 + 25,2 \cdot 2 + 27 \cdot 2 + 3,6 \cdot 2 + 21,6 \cdot 2}{36} \right) = 4489,5 \text{ ч.}$$

$$\tau = (0,124 + T_{max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760, \quad (5)$$

$$\tau = (0,124 + 4489,5 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 2875,7 \text{ ч.}$$

Согласно паспортным данным трансформатора :  $\Delta P_{x.x.} = 29$  кВт;  $\Delta P_{к.з.} = 145$  кВт.

Тогда годовые потери электроэнергии в двух трансформаторах составят:

$$\Delta A_{год} = \Delta P_{mp} = \frac{2 \cdot (29 \cdot 10^3 \cdot 8760 + 145 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{36}{32} \right) \cdot 2875,7)}{1000} = 1563537 \text{ кВт·ч.}$$

Определим годовые эксплуатационные расходы для первого варианта схемы, далее по аналогии результаты расчета остальных вариантов сведем в таблицу 5.2:

$$I_1 = \frac{9,4}{100} \cdot 35309,4 + 4 \frac{1563537}{1000} = 9573,2 \text{ тыс.руб.}$$

Таблица 5.2

Годовые эксплуатационные издержки

	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
Годовые эксплуатационные издержки, тыс. руб.	9573,2	10003,1	8894,5

Определим приведенные затраты подстанции для первого варианта схемы, далее по аналогии результаты расчета остальных вариантов сведем в таблицу 5.3:

$$Z_1 = 0,12 \cdot 35309,4 + 9573,2 = 13810,4 \text{ тыс.руб.}$$



Таблица 5.3

Приведенные затраты подстанции

	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
Приведенные затраты подстанции, тыс. руб.	13810,4	14789,0	12265,1

Исходя из вычислений, сделанных выше, можно прийти к следующему выводу. Вариант схемы №3 является самым выгодным с экономической точки зрения, однако вариант схемы №2 является самым надежным из схем, рассмотренных в данной работе. Схема №2 обладает большей гибкостью эксплуатации и надежностью по сравнению со схемами №1 и №2, при этом схема №2 не на много дороже схемы №1, расхождение в цене составляет 6,5%. Поэтому окончательно выбираем вариант схемы №2.

*Список литературы:*

1. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

2. Укрупненные стоимостные показатели линии электропередачи и подстанции напряжением 35-750 кВ [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.fskees.ru/about/management\\_and\\_control/test/Sbornik\\_IK\\_FSK\\_USP\\_35-750\\_part\\_01.pdf](https://www.fskees.ru/about/management_and_control/test/Sbornik_IK_FSK_USP_35-750_part_01.pdf) (дата обращения: 30.10.2023)– Загл. с экрана.

