

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО – ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСА

**Буйнов С.И., студент; Бершадский И.А., доц., к.т.н.**

*(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г.Донецк, Украина)*

В данной статье рассматривается экономический выбор схемы электроснабжения административно-торгового комплекса (1 вариант – схема с распределительным пунктом (РП), 2 – без РП), в который входит: главный офис компании телефонной связи ОАО «Укртелеком» - ТП2 (расчётная мощность составляет  $S_p=265,06$ кВт, I и II категория электроснабжения, коэффициент мощности  $\cos\varphi=0,92$ ), административно-торговый центр «Континент» - ТП1 ( $S_p=1129,77$  кВт, I и II категория электроснабжения,  $\cos\varphi=0,91$ ), магазин «Эльдорадо» - ТП3 ( $S_p=366,16$  кВт, I, II категория электроснабжения,  $\cos\varphi=0,93$ ).

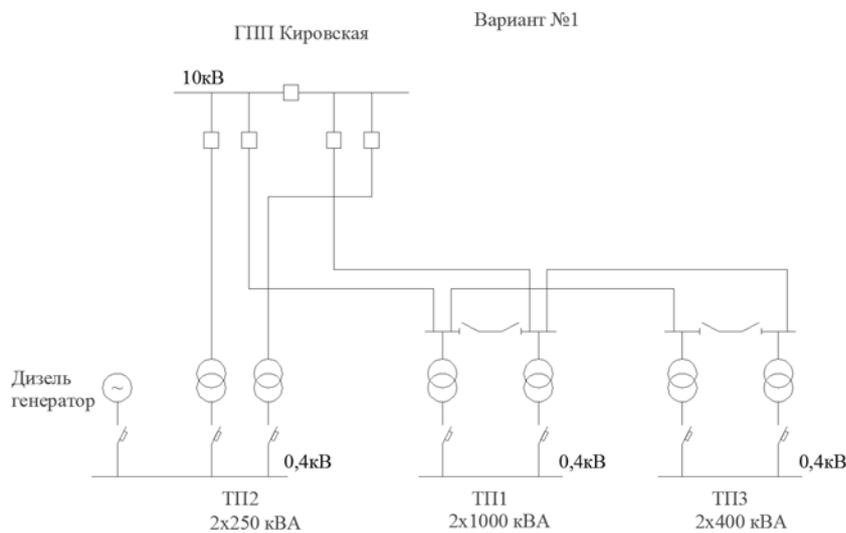


Рисунок 1 – Схема электроснабжения (без РП) для первого варианта

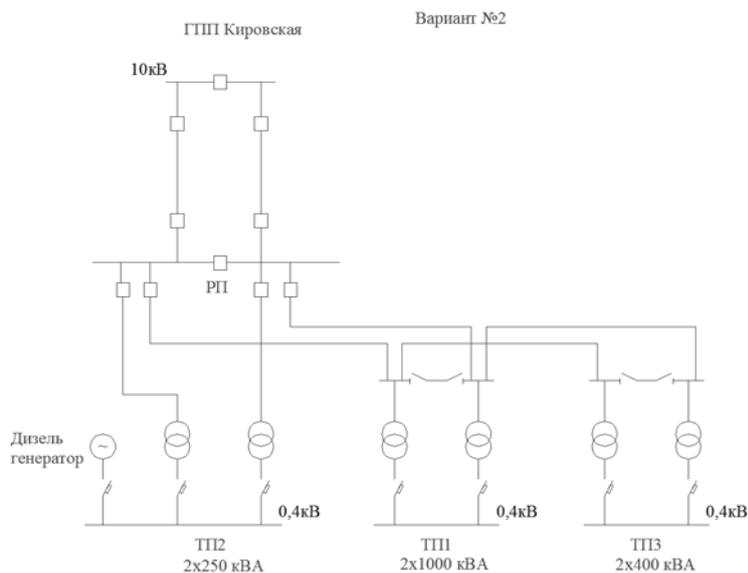


Рисунок 2 – Схема электроснабжения (с РП) для второго варианта.

Из каталога выбираю стоимость оборудования и заносу в Табл.1 и Табл.2.

Таблица 1 - Стоимость оборудования (вариант 1, без РП).

камера№	назначение	кол-во	цена, грн	всего
8	вводная ячейка	6	55 930	335 580
9	ячейка трансформатора	6	13 925	83 550
6	яч. секцион. выключ.	4	48 600	194 400
24	яч. секц. разъединителя	4	10 850	43 400
Трансформатор				
	( ТМГ ) 400/6 - 10/0.4	2	46 750	93 500
	( ТМГ ) 250/6 - 10/0.4	2	36 750	73 500
	( ТМГ ) 1000/6 - 10/0.4	2	116 250	232 500
			всего	1 056 430
кабель				
	АПвЭП-10 3x120	7480	520	972 400
			итого	2 028 830

Таблица 2- Стоимость оборудования (вариант 2, с РП).

камера№	назначение	кол-во	цена,грн	всего
8	вводная ячейка	6	55 930	335 580
9	яч. трансформатора	6	13 925	83 580
6	яч. секцион. выключ.	4	48 600	194 400
24	яч. секц. разъединит.	4	10 850	43 400
13	яч. тр-ра напряжения	2	23 630	47 260
1	яч. отход. линии на РП	2	46 250	92 500
Трансформатор				
	( ТМГ ) 400/6 - 10/0.4	2	46 750	93 500
	( ТМГ ) 250/6 - 10/0.4	2	36 750	73 500
	( ТМГ ) 1000/6 - 10/0.4	2	116 250	232 500
			всего	1 196 220
кабель				
	АПвЭП-10 3x120	3974	130	516 620
			итого	1 712 840

В дальнейшем привожу формулы для расчета, а сам расчет для первого и второго варианта заносу в Табл.3 и Табл.4.

#### **Расчёт капиталовложений**

##### **Капиталовложения в КЛ.**

Кабель прокладывается в траншее с учётом переходов через дорожные покрытия.

Категория грунта – II (Легкий суглинок, лёсс, гравий, песок со щебнем, супесь со строймусором).

##### *Вариант 1:*

Длина кабеля от ГПП до ТП2 2x1768м. От ГПП до ТП1 2x1807м. От ТП1 до ТП3 2x165м. Всего 7480м. Длина кабельных линии (КЛ) из четырёх кабелей составляет  $l_4 = 1739$ м. Длина КЛ из двух кабелей составляет  $l_2 = 262$ м.

##### *Вариант 2:*

Длина кабеля от ГПП до РП 2x1768м. От РП до ТП1 2x54м. От ТП1 до ТП3 2x165м. Всего 3974м. Длина КЛ линий из двух кабелей составляет  $l_2 = 1987$ м.

Для расчёта используем укрупнённые стоимостные показатели [1].

$$K_{к.л} = (k_{п.к.} \cdot l) + (k_{с.ч.2} \cdot l_2) + (k_{с.ч.4} \cdot l_4)$$

где:  $k_{п.к.}$  - укрупнённые стоимостные показатели прокладки кабелей с учётом материалов;

$k_{с.ч.2}$  - укрупнённые стоимостные показатели строительной части при прокладке двух кабелей;

$k_{с.ч.4}$  - укрупнённые стоимостные показатели строительной части при прокладке четырёх кабелей.

#### **Капиталовложения в подстанции.**

$$K_{п/с} = k_о + k_{с.ч}$$

где:  $k_о$  - стоимость устанавливаемого оборудования на трёх подстанциях;

$k_{с.ч}$  - укрупнённые стоимостные показатели строительной части здания закрытых распределительных устройств 6-10 кВ без учёта стоимости электрооборудования [1].

#### **Суммарные капиталовложения**

$$K_{сум} = K_{к.л} + K_{п/с}$$

#### **Расчет ежегодных издержек**

##### **Ежегодные издержки по КЛ.**

Издержки на обслуживание и амортизационные отчисления на капитальный ремонт:

$$И_{к.л}^{обс} = \frac{(\alpha_{ам}^{к.р} + \alpha_{об})}{100} \cdot K_{к.л},$$

где:  $\alpha_{ам}^{к.р}$  - амортизационные отчисления на капитальный ремонт в % от капитальных затрат,

$\alpha_{ам}^{к.р} = 0,3$ ;  $\alpha_{об}$  - затраты на обслуживание в % капитальных затрат,  $\alpha_{ид} = 2$  [1].

Амортизационные отчисления на реновацию:

$$И_{к.л}^{рен} = \frac{\alpha_{ам}^{рен}}{100} \cdot K_{к.л},$$

где:  $\alpha_{ам}^{рен}$  - амортизационные отчисления на реновацию в % капитальных затрат,

$\alpha_{ам}^{рен} = 7,2$ .

##### **Ежегодные издержки по подстанции.**

Издержки на обслуживание и амортизационные отчисления на капитальный ремонт:

$$И_{п/с}^{обс} = \frac{(\alpha_{ам}^{к.р} + \alpha_{об})}{100} \cdot K_{п/с},$$

где:  $\alpha_{ам}^{к.р}$  - амортизационные отчисления на капитальный ремонт в % от капитальных затрат,

$\alpha_{ам}^{к.р} = 2,5$ ;

$\alpha_{об}$  - затраты на обслуживание в % капитальных затрат,  $\alpha_{об} = 3$  [1].

Амортизационные отчисления на реновацию:

$$И_{п/с}^{рен} = \frac{\alpha_{ам}^{рен}}{100} \cdot K_{п/с},$$

где:  $\alpha_{ам}^{рен}$  - амортизационные отчисления на реновацию в % капитальных затрат,  $\alpha_{ам}^{рен} = 3,3$ .

**Суммарные издержки на обслуживание и амортизационные отчисления на капитальный ремонт.**

$$I_{\text{сум}}^{\text{обс}} = I_{\text{К.Л}}^{\text{обс}} + I_{\text{П/С}}^{\text{обс}}$$

### Суммарные амортизационные отчисления на реновацию.

$$I_{\text{сум}}^{\text{рен}} = I_{\text{К.Л}}^{\text{рен}} + I_{\text{П/С}}^{\text{рен}}$$

### Ежегодные издержки на компенсацию годовых потерь электроэнергии Потери электроэнергии в линиях электропередач.

Потери эл. энергии в линии рассчитываем по времени наибольших потерь:

$$\Delta W_{\text{Л}} = \frac{S^2}{U^2} \cdot R_{\text{Л}} \cdot \tau_{\text{max}},$$

где:  $S$  - максимальная мощность передаваемая по электрической сети;  
 $U$  - напряжение электросети;  $R_{\text{Л}}$  - активное сопротивление линии.  
Для типовых графиков нагрузки время наибольших потерь:

$$\tau_{\text{max}} = (0,124 + T \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760,$$

где:  $T$  - время использования максимальной нагрузки.

Активное сопротивление кабеля:  $R_{\text{Л}} = r_0 \cdot \frac{l}{2}$ , где:  $r_0$  - удельное активное сопротивление кабеля.

Общие потери электроэнергии в линиях:

$$\Delta W_{\text{Л}} = \Delta W_{\text{Л}(1)} + \Delta W_{\text{Л}(2)} + \Delta W_{\text{Л}(3)}$$

#### Вариант 1:

$T = 5400$ ч. Линия 1 от ГПП до ТП2  $l = 2 \times 1768$ м.  $S = 265,06$ кВА.  
Линия 2 от ГПП до ТП1  $l = 2 \times 1807$ м.  $S = 1637,39$ кВА.  
Линия 3 от ТП1 до ТП3  $l = 2 \times 165$ м.  $S = 366,16$ кВА.  
 $\Delta W_{\text{Л}(вар1)} = 24322,8$  кВт·ч.

#### Вариант 2:

$T = 5400$ ч. Линия 1 от ГПП до РП  $l = 2 \times 1768$ м.  $S = 1902,45$ кВА.  
Линия 2 от РП до ТП1  $l = 2 \times 54$ м.  $S = 1637,39$ кВА.  
Линия 3 от ТП1 до ТП3  $l = 2 \times 165$ м.  $S = 366,16$ кВА.  
 $\Delta W_{\text{Л}(вар2)} = 31985,2$  кВт·ч.

### Потери электроэнергии в трансформаторах.

$$\Delta W_{\text{тр}} = n \Delta P_{\text{хх}} T_{\text{год}} + \frac{1}{n} \Delta P_{\text{кз}} \left( \frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{н}}} \right)^2 \tau_{\text{max}},$$

где:  $\Delta P_{\text{хх}}$  - потери холостого хода, кВт;  $\Delta P_{\text{кз}}$  - потери короткого замыкания, кВт;  
 $S_{\text{max}}$  - максимальная электрическая нагрузка, МВА;  $S_{\text{н}}$  - номинальная мощность трансформатора, МВА;

$n$  - количество трансформаторов.  $T_{\text{а.а.}} = 8760$  ч.

Общие потери электроэнергии в трансформаторах:

$$\Delta W_{\text{ТР}(вар1,2)} = \Delta W_{\text{ТР}(ТП1)} + \Delta W_{\text{ТР}(ТП2)} + \Delta W_{\text{ТР}(ТП3)}.$$

ТП1- два тр-ра ТМГ:  $S_{\text{н}} = 1000$  кВА,  $S_{\text{max}} = 1271,23$ кВА;

ТП2- два тр-ра ТМГ:  $S_{\text{н}} = 250$  кВА,  $S_{\text{max}} = 265,06$ кВА;

ТП3- два тр-ра ТМГ:  $S_{\text{н}} = 400$  кВА,  $S_{\text{max}} = 366,16$ кВА.

$$\Delta W_{TP(вар1,2)} = 98246,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$$

### Потери электроэнергии по вариантам.

$$\Delta W_{сум} = \Delta W_{л} + \Delta W_{TP}, \Delta W_{сум(вар1)} = 122569,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год};$$

$$\Delta W_{сум(вар2)} = 130232 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}.$$

### Стоимость годовых потерь электроэнергии.

$$I_{пот} = C_{эл} \cdot \Delta W_{сум},$$

где:  $C_{эл} = 1 \text{ грн./кВт}\cdot\text{ч}$  – средний тариф за электроэнергию для 2 класса.

Таблица 3 - Основные технико-экономические показатели сравниваемых вариантов.

Показатели	Вариант I	Вариант II
Капиталовложения, тыс. грн.	12 035.96	11 197.3
Суммарные издержки по обслуживанию оборудования и амортизационные отчисления на капитальный ремонт, тыс. грн./год	592.9	578.1
Суммарные амортизационные отчисления на реновацию, тыс. грн./год	1 577.8	1 527.45
Стоимость годовых потерь электроэнергии, тыс. грн./год	122 569.5	130 232

Таблица 4 - Оценка экономической эффективности варианта внешнего электроснабжения предприятия

Показатель	Значение
Количество сэкономленной электроэнергии $\Delta W = W_{сумII} - W_{сумI}$ , тыс. кВт·ч	7662,5
Стоимость сэкономленной электроэнергии, $\Delta I_{пот} = I_{потII} - I_{потI}$ , тыс. грн./год	7.663
Разница в издержках на обслуживание и амортизационных отчислениях на капитальный ремонт $\Delta I^{обс} = I_{сумI}^{обс} - I_{сумII}^{обс}$ , тыс. грн./год	14.8
Балансовая прибыль $\Pi_б = \Delta I_{пот} - \Delta I^{обс}$ , тыс. грн./год	-7.137

Вывод: рассматриваемые варианты в данном случае отличаются длиной используемого кабеля, потерями электроэнергии и количеством используемых ячеек КСО. Сечение кабеля, количество и мощность трансформаторов одинаковая. Хотя потери электроэнергии в более дорогом варианте I меньше (что в некоторых случаях может иметь преимущество в период эксплуатации). Но в данном расчёте балансовая прибыль получается отрицательной, поэтому выбирается более дешёвый вариант II. Потому, что за срок окупаемости вариантов электрооборудования (4 года), вариант I не компенсирует за счёт меньших потерь электроэнергии стоимость варианта II.

### Перечень ссылок

1. Экономическое обоснование технических решений в дипломных проектах по электроснабжению предприятий АПК/ Н.Г. Королевич, В.В. Ширшова, Г.И. Янукович. – Минск: БГАТУ, 2008. – 78с.
2. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для вузов.– 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1979. – 408 с., ил.
3. Правила устройства электроустановок. – Х.: Изд-во «Форт», 2009. – 704 с.