

**Вывод:** Рассмотренный комплекс используется во многих структурных подразделениях энергосистемы Республики Беларусь: РУП «Могилёвэнерго», РУП «Брестэнерго», РУП «Гродноэнерго», РУП «Гомельэнерго», применяется в учебном процессе при выполнении курсовых и дипломных проектов.

**УДК 621.311.017**

**МЕТОДИКА ПОЭТАПНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАМЕНЫ  
ТРАНСФОРМАТОРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6-10КВ НА ОСНОВЕ  
ТЕОРИИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

Фурсанов М.И., д.т.н., проф., Петрашевич Н.С., аспирант  
УО «Белорусский национальный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Применительно к оценке эффективности использования капитальных затрат на замену трансформатора в качестве результирующего показателя можно принять величину изменения приведенных эксплуатационных затрат  $\Delta Z_{ij}$ , а в качестве влияющего фактора – значение капитальных затрат на замену j-о трансформатора на i-й  $K_{ij}$ . В этом случае формула показателя чувствительности  $S_{ij}$  примет вид:

$$S_{ij} = \frac{\Delta Z_{ij}}{K_{ij}}. \quad (1)$$

В экономике энергетики [1] отношение  $\Delta Z_{ij}/K_{ij}$  называется «индексом доходности» (ИД). Очевидно, что ИД выполняет роль коэффициента чувствительности. Таким образом, ИД<sub>ij</sub> при замене j-о трансформатора на i-й определится по формуле:

$$ИД_{ij} = \frac{\Delta Z_{ij}}{K_{ij}}. \quad (2)$$

Капитальные затраты  $K_{ij}$  на замену j-о трансформатора на i-й могут быть определены по формуле [2]:

$$K_{ij} = C_i + K_{Mi} + K_{dj} - K_{ликj}, \quad (3)$$

где  $C_i$  – стоимость приобретения нового i-о трансформатора, у.е.;

$K_{Mi}$  – стоимость монтажа  $i$ -о трансформатора на подстанции, у.е.;

$K_{Дj}$  – стоимость демонтажа  $j$ -о трансформатора, у.е.;

$K_{ликj}$  – ликвидная стоимость  $j$ -о трансформатора, у.е.

После несложных преобразований получим:

$$\Delta Z_{ij} = \sum_{t=0}^{T_p} (\Delta W_{ij} \cdot \beta_H + P_T \cdot (C_j - C_i)) \cdot (1 + E)^{-t} - C_i - K_{Mi} - K_{Дj} + K_{ликj}, \quad (4)$$

где  $\Delta W_{ij}$  – изменение величины потерь в сети после замены  $j$ -о трансформатора на  $i$ -й;

$t$  – годы расчета,  $t=1, T_p$ ;

$T_p$  – расчётный период;

$\beta_H$  – стоимость 1 кВт·ч потерь электроэнергии, у.е./кВт·ч;

$C_j$  – стоимость приобретения нового  $j$ -о трансформатора, у.е.;

$P_T$  – суммарный коэффициент отчислений от стоимости трансформаторов, о.е.;

$E$  – норма дисконтирования затрат;

С учетом (3) и (4) формулу (2) перепишем в виде:

$$ИД_{ij} = \frac{\sum_{t=0}^{T_p} (\Delta W_{ij} \cdot \beta_H + P_T \cdot (C_j - C_i)) \cdot (1 + E)^{-t} - C_i - K_{Mi} - K_{Дj} + K_{ликj}}{C_i + K_{Mi} + K_{Дj} - K_{ликj}}. \quad (5)$$

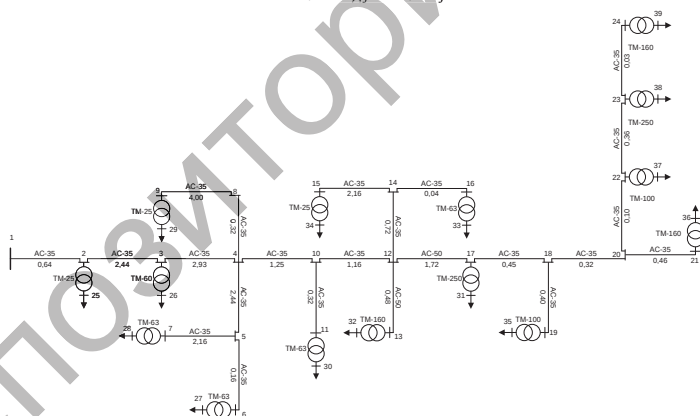


Рис. 1 – Схема разветвлённой электрической сети 10кВ

Индекс доходности  $ИД_{ij}$  вполне удовлетворяет требованиям как показатель эффективности. Очевидно, что наиболее эффективным мероприятием по оптимизации сети при замене трансформаторов будет то, при котором величина  $ИД_{ij}$  будет наибольшей.

Разработанная математическая модель была апробирована при оптимизации сети распределительной линии 10 кВ (рис. 1), входящую в состав Толочинского РЭС.

После проведения численных расчетов и оптимизации электрической сети получено, что замена трансформаторов на подстанциях исследуемой схемы должна осуществляться в следующей последовательности (таблица 1):

Приведенная в таблице 1 последовательность может быть использована при внедрении мероприятий по модернизации исследуемой распределительной сети

*Таблица 1*

Последовательность замены трансформаторов в сети схемы рис.1 на основе теории чувствительности

| Шаг оптимизации | Шифр подстанции | Установленный трансформатор | Рекомендуемый трансформатор | ИД при замене |
|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1               | 17-31           | ТМ-250                      | ТМ-400                      | 0,379         |
| 2               | 13-32           | ТМ-160                      | ТМ-400                      | 0,326         |
| 3               | 22-37           | ТМ-100                      | ТМ-160                      | 0,211         |
| 4               | 24-39           | ТМ-160                      | ТМ-400                      | 0,052         |
| 5               | 23-38           | ТМ-250                      | ТМ-400                      | 0,034         |

### Выводы

1. Разработана методика поэтапной оптимизации замены трансформаторов распределительных электрических сетей 6-10 кВ на основе теории чувствительности.

2. Показано, что наиболее эффективен первый шаг оптимизации, который особенно важен в условиях ограниченности финансовых средств.

### Литература

1. Падалко Л.П. Математические методы оптимального планирования развития и эксплуатации энергосистем – Минск: Высшейшая школа, 1973. – 200с.

2. Федин В.Т., Фурсанов М.И. Основы проектирования энергосистем: учебное пособие для студентов энергетических специальностей: в 2 ч. частях. – Минск: БНТУ, -2010.