

## ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВПОРЯДКОВАНОГО ВИКЛЮЧЕННЯ ГІЛОК ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Грицай В.В., магістрант, Баженов В.А., к.т.н., доц.

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем*

**Вступ.** При оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем вибираються напруга й конфігурація мереж, встановлюється черговість спорудження об'єктів електромереж. При рішенні повинні бути враховані динаміка розвитку мереж енергосистем, вимоги до надійності і якості енергопостачання, обмеження по пропускній здатності ліній електропередачі й трансформаторних підстанцій.

**Мета роботи:** розробка алгоритмів оптимізації конфігурації електричних мереж енергосистем на основі використання математичного методу впорядкованого виключення гілок.

**Матеріали і результати досліджень.** При використанні даного методу в результаті попереднього інженерного аналізу визначається вихідна розрахункова схема електричної мережі, що містить надлишкові лінії. Для вихідної мережі розраховують дисконтовані витрати  $Z_0$ . Потім шляхом послідовного відключення всіх ліній мережі визначають гілку, відключення якої не порушує зв'язність схеми й приводить до найбільшого зменшення витрат на спорудження й експлуатацію електричної мережі. Отриману гілку виключають із схеми мережі. Далі знову вибирають лінію, відключення якої приводить до найбільшого зменшення дисконтованих витрат, знову відключають отриману лінію й т.д. Процес триває доти, поки не залишиться електрична мережа, відключення кожної з ліній якої приводить або до збільшення витрат або до втрати зв'язності схеми.

Алгоритм методу впорядкованого виключення гілок можна записати наступним чином.

1. Визначаємо вихідну надлишкову схему електричної мережі, розраховуємо зведені витрати на спорудження й експлуатацію даної мережі  $Z_0$ . В якості множини  $D$  приймаємо порожню множину  $D = \emptyset$ .

2. Переглядаючи всі гілки електричної мережі, з умови

$$Z_0 - Z(\bar{i}) = \max \{ Z_0 - Z(\bar{m}) \mid m \notin D \}, \quad (1)$$

знаходимо лінію  $i$ , відключення якої приводить до найбільшого зменшення зведених витрат. В умові (1)  $m \in M$  показує, що лінія  $m$  належить множині гілок електричної мережі  $M$ , а  $m \notin D$  - що лінія  $m$  не належить множині  $D$ ;  $Z(\bar{m})$  - витрати на спорудження й експлуатацію мережі, яка виходить із вихідної в результаті відключення лінії  $m$ .

3. Якщо виконується умова

$$Z_0 - Z(\bar{i}) > 0,$$

те переходимо до п.4 алгоритму, якщо ні, - то до п.7.

4. Чи порушує зв'язність схеми відключення лінії  $i$ ? Якщо так, то включаємо лінію  $i$  у множину  $D$ ,  $D=D+i$ , виключаємо з множини  $M$ ,  $M=M-i$ . і переходимо до п.6 алгоритму. Якщо ні, то переходимо до п.5.

5. Виключаємо лінію  $i$  зі схеми мережі, виключаємо з множини  $M$  і приймаємо витрати  $Z(\bar{i})$  в якості  $Z_0$ .

6. Множина  $M$  – порожня множина:  $M=\emptyset$ . Якщо так, то переходимо до п.7 алгоритму, якщо ні, - то до п.2.

7. Кінець.

Процедура розрахунку дисконтованих витрат на спорудження й експлуатацію електричної мережі містить у собі визначення поточкорозподілу, що розраховується по заданих довжинах ділянок, розрахунок і підсумовування зведених витрат на спорудження й експлуатацію кожної гілки розглянутої мережі.

Перевагою методу є те, що при визначенні зведених витрат може бути безпосередньо використана крива економічних потенціалів. До недоліків необхідно віднести великий об'єм обчислень на кожному кроці оптимізації. Крім того, використання даного методу не завжди забезпечує одержання найкращого рішення.

Для оптимізації розвитку електричних мереж можна застосувати ще одну модифікацію методу впорядкованого виключення гілок, відповідно до якої на кожному кроці оптимізації здійснюється перехід не до схеми мережі, що забезпечує найменші витрати, а до першої ж схеми, що характеризується меншими зведеними витратами. При використанні цієї модифікації зміна порядку розгляду гілок приводить до одержання нового рішення. Зіставляючи ці рішення між собою, можна одержати глобальний мінімум функції зведених витрат. Однак, тому що кількість гілок мереж сучасних енергосистем досить велика, ймовірність визначення глобального мінімуму вкрай низька.

На рис. 1 показана розрахункова схема електричної мережі, яку потрібно оптимізувати.

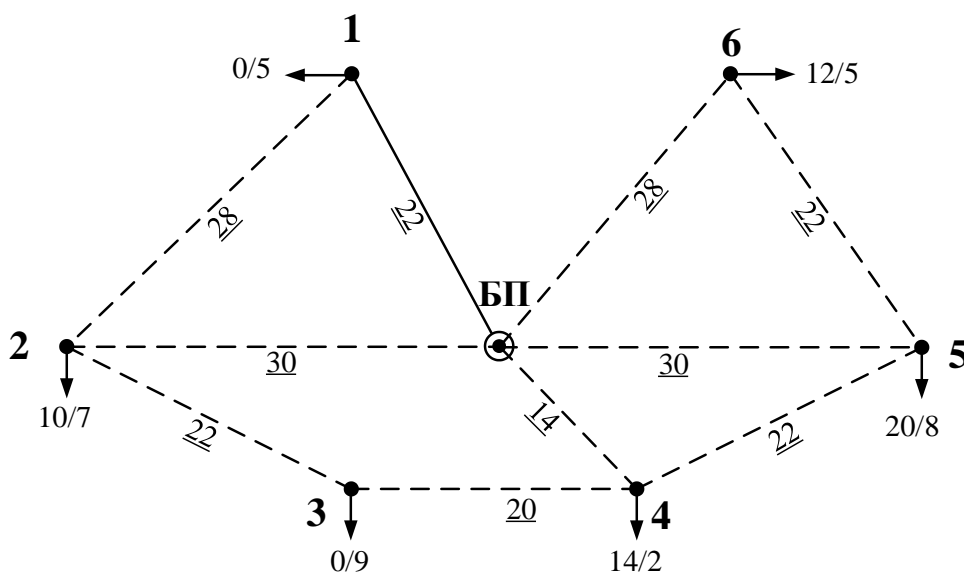


Рисунок 1 – Розрахункова схема електричної мережі

Дисконтовані витрати на спорудження і експлуатацію одиниці довжини лінії 110 кВ схеми з залізобетонними опорами, що споруджується, дорівнюють  $Z_H=1,498+0,031 \cdot P$ . Для існуючої лінії витрати дорівнюють  $Z_{існ}=0,122 \cdot P$ .

Шляхом послідовного відключення всіх ліній мережі визначаємо гілку, відключення якої не порушує зв'язність схеми й приводить до найбільшого зменшення витрат на спорудження й експлуатацію електричної мережі. Отриману гілку 1-2 виключаємо із схеми мережі. Далі знову вибираємо лінію, відключення якої приводить до найбільшого зменшення дисконтованих витрат, знову відключаємо отриману лінію 1-2 й т.д. Процес триває доти, поки не залишається електрична мережа, відключення кожної з ліній якої приводить або до збільшення витрат або до втрати зв'язності схеми.

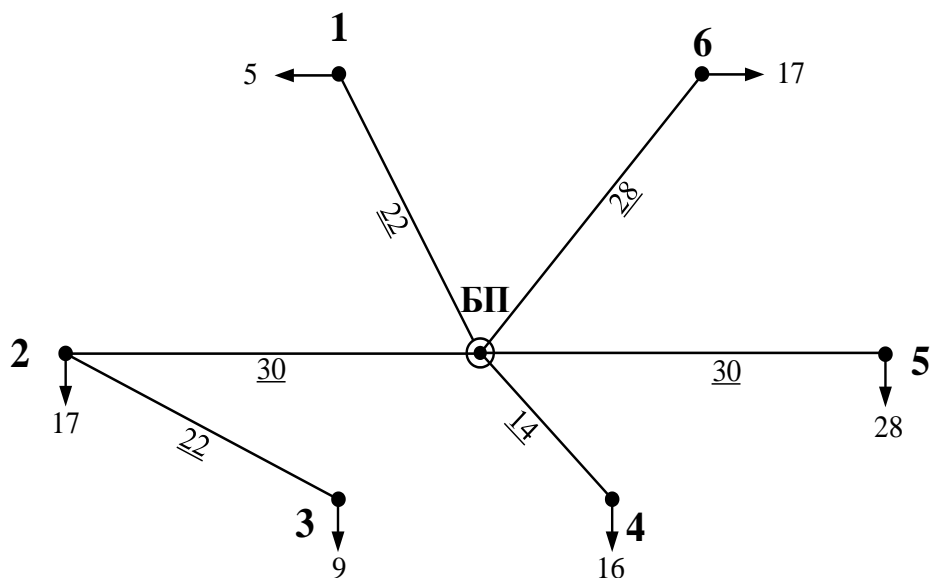


Рисунок 2 – Оптимальна конфігурація електричної мережі

**Висновки.** Метод впорядкованого виключення гілок може бути використаний для вибору оптимальної конфігурації схеми електричної мережі. Перевагою методу є те, що при визначенні дисконтованих витрат можуть бути безпосередньо використані функції оптимальних витрат для ліній електропередачі та трансформаторів. До недоліків необхідно віднести великий об'єм розрахунків на кожному кроці оптимізації. Крім того, використання даного методу не завжди забезпечує отримання найкращого рішення.

#### Перелік посилань

1. Баженов В.А. Модели оптимального развития энергосистем: учеб.пособ. /В.А. Баженов. –К.:КПИ,1984. – 100с.
2. Кузнецов В.Г. Оптимизация режимов электрических сетей/ В.Г. Кузнецов, Ю.И. Тугай, В.А. Баженов. – К.: Наукова думка, 1992. – 216 с.