

СЕКЦІЯ XIII. ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗАСТОСУВАННЯ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ ТА ВИБОРУ ПОТУЖНОСТЕЙ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Нікішин Дмитро Олександрович

ORCID ID: 0000-0002-9027-590X

Провідний інженер

Інститут електродинаміки Національної академії наук України, Україна

Проблема оптимізації розвитку енергетичних систем країни включає широке коло питань. До них відносяться: оптимізація паливно- енергетичного балансу, розміщення виробництв і трудових ресурсів, оптимізація по типах електричних станцій, визначення доцільних пунктів спорудження електростанцій, встановлених потужностей, оптимізація паливних потоків в енергетичній системі. Це завдання оптимізації розвитку складних систем-об'єктів, що характеризуються значною кількістю параметрів. Таким чином важкорозв'язною проблемою являється багатокритеріальність задачі [1-5].

Для цілей планування оптимального розвитку енергосистем отримали розвиток два класи моделей - оцінювальні і оптимізуючі.

Оцінювальні моделі реалізуються за допомогою програм розрахунків на ЕОМ деякої безлічі заздалегідь намічених варіантів рішення. Ці моделі володіють наступними позитивними властивостями [5-8]:

- 1) можливістю докладного обліку індивідуальних особливостей енергосистем;
- 2) примхливістю до характеру змін параметрів систем і виду функціональних залежностей між ними;
- 3) можливістю детального обліку вимог надійності.

Головним недоліком оцінювальних моделей є можливість оцінки порівняно малого числа варіантів проекрованої мережі, що було основною причиною розробки оптимізуючих моделей. Останні призначені для пошуку оптимального плану зі всієї безлічі допустимих планів, що і є їх вирішальною перевагою. В даний час спостерігається тенденція поєднання обох принципів [7-12].

Можливий і інший шлях, що припускає послідовне використання обох типів моделей. Заздалегідь за допомогою оптимізуючої моделі вибираються для порівняння лише варіанти, що знаходяться поблизу оптимального рішення. Потім за допомогою оцінювальної моделі виконується порівняння варіантів, що залишилися.

Із застосуванням цих моделей неможливо вирішити проблему оптимізації розвитку енергосистем в рамках однієї моделі. Для вирішення цього завдання використовується метод підоптимізації, що полягає в розчленовуванні складного завдання на ряд самостійних блоків з взаємною ув'язкою схвалюваних рішень.

У даному розділі розглянутий метод оптимізації місць розміщення і

встановленої потужності теплових електростанцій енергосистеми, що розвивається. Розвиток електричної мережі допускається враховувати наближено [10-13].

Лінійна модель розвитку системи теплових електростанцій найбільш проста серед всіх моделей даного класу. Відмітною особливістю лінійних моделей являється використання економічного функціонала, лінійно залежного від змінних. У свою чергу, зміна цих змінних обмежена лише лінійною системою зв'язку у вигляді лінійних рівностей і нерівностей.

Найбільш серйозним недоліком лінійної моделі розміщення і вибору потужностей теплових електростанцій являється неможливість врахування нелінійності економічних характеристик, та дискретності зміни встановлених генеруючих потужностей електростанцій, що оптимізуються.

Метод динамічного програмування позбавлений цього недоліку. Динамічне програмування являється спеціальним обчислювальним методом вирішення завдань нелінійного програмування, таким, що дозволяє представити процес у вигляді послідовності окремих етапів. При використанні методу функція, що мінімізується, повинна бути сепарабельною, тобто дорівнювати сумі функцій окремих змінних:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n) = f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_j(x_j) + \dots + f_n(x_n)$$

Застосування методу динамічного програмування дозволяє замість одноразової оптимізації функції багатьох змінних виконувати оптимізацію функції тільки однієї змінної. Зменшення кількості розрахунків при цьому в порівнянні з простим перебором може бути дуже істотним. При його використанні організовується багатокроковий процес оптимізації, на кожному кроці якого оптимізується функція однієї змінної. Результати оптимізації, отримані на кроці процесу, запам'ятовуються і використовуються на подальших кроках.

У основі методу лежить принцип оптимальності Р. Беллмана, який може бути сформульований таким чином: який би не був шлях досягнення деякого стану системи, подальші рішення повинні належати оптимальній програмі для частини шляху, що залишилася, починаючи з цього стану.

Важливою перевагою динамічного програмування являється можливість рішення задачі відразу для сукупності початкових умов. При рішенні задачі всіма іншими методами довелося б повторювати всю процедуру оптимізації для початкових умов, що змінилися, знову.

Алгоритм методу динамічного програмування реалізовано в пакеті програм для персональних комп'ютерів, який призначений для визначення оптимальної потужності та вибору місць теплових електростанцій. При розробці пакету основна увага була приділена гнучкості і функціональності простого, не переобтяженого інтерфейсу. Призначений для користувача, інтуїтивний і візуально-орієнтований інтерфейс логічно представляє на екрані монітора всі елементи управління і дизайну.

Введення інформації здійснюється за допомогою імпорту даних з редактору Excel або шляхом вводу даних про елементи мережі у відповідні таблиці програми. В пакеті програм передбачений синтаксичний контроль вихідної інформації про елементи електричної мережі, передбачена обробка можливих помилок в процесі виконання програми. Для інформування користувача про неправильно введену інформацію на екран монітора виводяться відповідні повідомлення.

Програма дозволяє визначити найбільш вигідні потужності електростанцій, що споруджуються в пунктах при відомих функціях приведених витрат на спорудження і експлуатацію станцій і встановити.

Список використаних джерел:

1. Зайцев, Є., Кучанський, В., & Гунько, І. (2021). Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустановок: монографія. Publishing House «European Scientific Platform», 156. <https://doi.org/10.36074/penereme-monograph.2021>.
2. Тугай Ю.І., Кучанський В.В., Тугай І.Ю. Застосування керованих пристроїв компенсації зарядної потужності ЛЕП НВН в електричних мережах. Технічна електродинаміка. 2021. No 1. С. 53–56. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2021.01.053>.
3. Zaitsev, Ie.O, Kuchansky, V.V.: Corona discharge problem in extra high voltage transmission line. In: Zaporozhets, A., Artemchuk, V. (eds.) Systems, Decision and Control in Energy II, pp. 3–30. Springer, Berlin (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_1.
4. Kuchanskyi, V., Zaitsev, Ie.: Corona discharge power losses measurement systems in extra high voltage transmissions lines. In: Proceedings of 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), Kyiv, Ukraine, pp. 48–53 (2020). <https://doi.org/10.1109/ESS50319.2020.9160088>.
5. V. Kuchansky, P. Satyam, O. Rubanenko, et al., "Measures and Technical Means for Increasing Efficiency and Reliability of Extra High Voltage Transmission Lines", Electrotechnical Review, Vol. 96, No. 11, pp. 135-141, 2020.
6. Кучанський, В., і Ю. Лиховид. «ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ ФАЗИ ТА ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДУ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ». Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України, вип. 61, Травень 2022, с. 052, doi:10.15407/publishing2022.61.052.
7. Vladislav Kuchansky and Volodymyr Tereshchuk, "Method of Regulating the Operating Modes of Main Electrical Systems in Terms of Voltage and Reactive Power" in Systems Decision and Control in Energy III, Cham:Springer, pp. 23-38, 2022.
8. Kuchansky, V., Malakhatka, D., Zaporozhets, A. (2022). Operating Modes Optimization of Bulk Electrical Power Networks: Structural and Parametrical Methods. In: Kyrylenko, O., Zharkin, A., Butkevych, O., Blinov, I., Zaitsev, I., Zaporozhets, A. (eds) Power Systems Research and Operation. Studies in Systems, Decision and Control, vol 388. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82926-1_5.
9. Кучанський, В., і Д. Малахатка. «ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЗА КРИТЕРІЕМ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ». Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України, вип. 59, Вересень 2021, с. 072, doi:10.15407/publishing2021.59.072.
10. I.Blinov, I. Trach, Y. Parus, V. Khomenko, V. Kuchansky and V. Shkaruplyo, "Evaluation of The Efficiency of The Use of Electricity Storage Systems in The Balancing Group and The Small Distribution System," 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2021, pp. 262-265, doi: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569981.
11. Hunko, I., Kuchanskyi, V., Nesterko, A., Rubanenko, O.: Modes of electrical systems and grids with renewable energy sources. LAMBERT Academic Publishing, p. 184 (2019). ISBN 978-613-9-88956-3.
12. Hunko, I.O., Kuchansky, V.V., Nesterko, A.B.: Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium: Collective monograph, vol. 2, p. 492. Izdevniecība "Baltija Publishing", Riga (2018). ISBN 978-9934-571-63-3.
13. Kuchansky, V.; Satyam, P.; Rubanenko, O.; Hunko, I. Measures and technical means for increasing efficiency and reliability of extra high voltage transmission lines. Prz. Elektrotech. 2020, 11, 135–141.