

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ У ВИРІШЕННІ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз методів дослідження операцій, що використовуються для вирішення практичних оптимізаційних задач електроенергетичної галузі

Ключові слова: *оптимізаційні задачі, лінійне програмування, методи квадратичного програмування, методи нелінійного програмування, динамічне програмування.*

Abstract

An analysis of operations research methods used to solve practical optimization problems in the electric power industry has been carried out

Keywords: *optimization problems, linear programming, quadratic programming methods, nonlinear programming methods, dynamic programming.*

Вступ

Велика кількість як проектних, так і експлуатаційних електроенергетичних задач за своєю природою мають декілька варіантів вирішення. Такі задачі відносяться до класу оптимізаційних. Існує математичний апарат для знаходження найкращого (оптимального) в деякому розумінні рішення. Як показує практика, таке рішення може мати суттєві переваги (економічні, технічні) в порівнянні із іншими можливими і тому постає питання про його пошук. Універсального (для задач будь-якого змісту) методу вирішення оптимізаційної задачі не існує. Вибір методу вирішення із множини існуючих є окремою задачею.

Метою даної роботи є аналіз математичних методів, які є найбільш поширеними для пошуку оптимальних розв'язків тих або інших електроенергетичних задач.

Результати дослідження

Дослідження операцій – це використання кількісних математичних методів для обґрунтування рішень в усіх галузях цілеспрямованої діяльності людини. Операцією називається будь-який захід (система дій), об'єднаний єдиним замислом та спрямований на досягнення певної мети.

Як розв'язування, так і математичний опис будь-якої оптимізаційної задачі можливий лише за наявності критерію ефективності. Критерій ефективності – це кількісний показник, який дозволяє порівнювати можливі розв'язки і на підставі цього здійснювати відбраковування гірших варіантів.

Побудова математичної моделі – найбільш важлива і відповідальна частина дослідження, що потребує глибоких знань не стільки математики, скільки суті явищ, що моделюються.

Аналіз математичної моделі полягає в знаходженні такого розв'язку (таких значень для змінних), який забезпечує максимум (або мінімум) критерію ефективності. Універсальних алгоритмів аналізу не існує. Залежно від виду математичної моделі вибирається той або інший алгоритм. В зв'язку з цим дослідження операцій об'єднують низку математичних методів:

- лінійне програмування, що використовується для аналізу лінійних моделей, в яких цільова функція та обмеження – лінійні залежності від змінних;
- методи квадратичного програмування, за допомогою яких здійснюється аналіз моделей, де цільова функція – квадратична залежність змінних, а обмеження лінійні;
- методи нелінійного програмування для моделей, де цільова функція та обмеження квадратичні, або більш високих степенів, або цільова функція – лінійна, а обмеження – квадратичні (обмеження можуть бути лінійні, але не всі);
- динамічне програмування – для розв'язування задач, які умовно можна розділити на послідовність окремих етапів.

Крім згаданих існують інші методи вирішення оптимізаційних задач. Деякі із оптимізаційних задач на даний час вирішити не можливо, оскільки залишаються не розробленими необхідні для цього оптимізаційні методи [1].

В загальному випадку оптимізаційну задачу можна записати таким чином:

Знайти змінні x_1, x_2, \dots, x_n , що задовільняють системі нерівностей (рівнянь)

$$\varphi_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

і зветрають в максимум (або мінімум) цільову функцію, тобто

$$Z=f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min) \quad (2)$$

[2].

Задача лінійного програмування (ЗЛП) формується таким чином: знайти екстремальне значення лінійної цільової функції (1) при обмеженнях (2), що задані у вигляді лінійних рівнянь або нерівностей, за умови невід'ємності змінних. Універсальним методом для вирішення будь-якої ЗЛП є симплекс-метод. Прикладом електроенергетичної задачі, що описується лінійною математичною моделлю, є задача оптимального розміщення замовлень на ремонт електрообладнання [3, с. 20].

Якщо критерій ефективності (1) та (або) система обмежень (2) задаються нелінійними функціями, то маємо задачу нелінійного програмування. Однією з важливих оптимізаційних задач електроенергетики, що відноситься до цього класу задач, є задача розподілу сумарної активної потужності споживачів енергосистеми між електричними станціями цієї системи [2].

Методи квадратичного програмування – це методи оптимізації, які використовуються для розв'язання задач квадратичного програмування. Задача квадратичного програмування - це задача оптимізації (зведення до мінімуму або максимуму) квадратичної функції декількох змінних при лінійних обмеженнях на ці змінні [1]. До цього класу задач слід віднести такі.

Оптимальне планування виробництва та розподілу електроенергії. Ця задача полягає в тому, щоб визначити, як генерувати і розподіляти електроенергію з урахуванням обмежень на виробництво, розподіл і споживання електроенергії. Цільова функція цієї задачі може бути, наприклад, описувати умову мінімізації витрат на виробництво електроенергії або максимізації прибутку від реалізації електроенергії [4].

Оптимальне управління режимом роботи енергетичних систем. Задача полягає в тому, щоб визначити, як управляти режимом роботи енергетичних систем, таких як електромережі, газові і нафтові системи, з урахуванням обмежень на обладнання і навколишнє середовище. Цільова функція цієї задачі може бути, наприклад, мінімізацією витрат в енергетичних системах або максимізації надійності їх роботи [4].

Оптимальне планування інвестицій в енергетичну галузь. Ця задача полягає в тому, щоб визначити, як інвестувати в енергетичну галузь з урахуванням обмежень на фінансові ресурси і очікуваного прибутку від інвестицій. Цільова функція цієї задачі може бути, наприклад, максимізації прибутку від інвестицій в енергетичну галузь або мінімізацією ризику інвестицій [5].

Динамічне програмування – це особливий метод оптимізації, що призначений для задач, в яких процес прийняття рішень може бути розбитим на окремі етапи (кроки). Такі задачі називаються багатоступовими. При вирішенні такої задачі кінцевий оптимальний розв'язок формується поступово крок за кроком, оптимізуючи на кожному етапі розрахунку лише один крок з урахуванням всіх можливих наслідків для майбутнього.

Методом динамічного програмування може вирішуватись задача визначення секцій батареї статичних конденсаторів (БСК), що мають бути увімкнутими, для оптимальної компенсації реактивної потужності. Під окремим етапом при вирішенні цієї задачі необхідно розуміти прийняття рішення про включення чергової секції БСК [3].

Висновок

Найбільш поширеними методами для вирішення оптимізаційних електроенергетичних задач є такі:

- симплекс-метод лінійного програмування;
- методи нелінійного програмування;
- методи квадратичного програмування;
- метод динамічного програмування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оптимізація режимів електроспоживання : навчальний посібник / Л. Б. Терешкевич. Вінниця : ВНТУ, 2020. 112 с.
2. Білоцерківський О.Б. Аналіз та вдосконалення економіко-математичних моделей оптимізації витрат в електроенергетиці. *CORE*. 2013. 12 с. URL: https://core.ac.uk/display/50591625?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1 (дата звернення 27.12.2023).
3. Милосердов В.О., Терешкевич Л.Б. Алгоритмізація оптимізаційних задач енергетики : навчальний посібник. / В.О. Милосердов, Л.Б. Терешкевич. Вінниця, ВНТУ, 2004.
4. Боев В. М., Ковальчук О. І., Нестеренко О. М. Математичні методи в економіці. Київ: Економічна думка. 2019. С. 153-154.
5. Кужель О.В. Ресурсономіка: теоретичні та прикладні аспекти. Київ: КНЕУ. 2021.

Богдана Володимирівна Гаврилюк – студентка групи ЕЕ-216, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gavrylykbog@gmail.com

Науковий керівник: **Леонід Борисович Терешкевич** – к.т.н., доцент, професор кафедри Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tereshkevych.l.b@vntu.edu.ua

Bogdana V. Gavrylyuk - Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gavrylykbog@gmail.com

Supervisor: **Leonid Borisovich Tereshkevich** – Dr. Sc. (Eng), professor, professor of the Department of Electrotechnical Systems of Power Consumption and Energy Management, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tereshkevych.l.b@vntu.edu.ua