

П.І. СТЕЦЬЮК

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: stetsyukp@gmail.com.

О.М. ХОМ'ЯК

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: khomiak.olha@gmail.com.

ЗАДАЧА ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ ПОТУЖНОСТІ В РЕГІОНАЛЬНІЙ ЕНЕРГОСИСТЕМІ¹

Анотація. Сформульовано задачу лінійного програмування для знаходження розподілу потоків регіональної енергосистеми за критерієм мінімального моменту потужності з урахуванням пропускної здатності ліній електропередач та рівнів навантажень енергетичних вузлів. Досліджено умови сумісності системи обмежень задачі та властивості її оптимального розв'язку. Наведено результати розрахунків для модельної електроенергетичної системи з п'ятьма магістральними вузлами та десятьма вузлами навантаження.

Ключові слова: електроенергетична система, розподіл потоків потужності, момент потужності, мережевий потік, пропускна здатність мережі, задача лінійного програмування, AMPL, NEOS, Gurobi, OOQP.

DOI 10.34229/KCA2522-9664.26.5.6

ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ

У статті [1] запропоновано алгоритм розв'язання задачі визначення потоків і втрат потужності у багатовузлових регіональних енергосистемах. Алгоритм включає математичну модель, яка сформульована як задача змішаного Булевого лінійного програмування. Вона полягає у мінімізації моменту потужності ліній електропередачі з урахуванням пропускної здатності мереж та рівнів навантажень енергетичних вузлів.

Передавання потужності між вузлами магістральної мережі (множина A) та вузлами навантаження розподільної мережі (множина B) допускається у будь-якому напрямку за умови виконання першого закону Кірхгофа (сума потужностей, що надходить у вузол, дорівнює сумі потужностей, що з нього виходить) і дотримання обмежень пропускної здатності ліній. На рис. 1 зображено блок-схему та графічну інтерпретацію потокорозподілу потужності в регіональній енергосистемі, яка включає п'ять вузлів живлення (фідери підстанцій магістральних мереж оператора системи передавання (множина A)) та десять вузлів навантаження регіональної енергосистеми (зони підстанцій напругою 150, 110 і 35 кВ оператора системи розподілу (множина B)).

Вхідні дані для модельної електроенергетичної мережі (див. рис. 1) наведені у табл. 1. Тут задано відповідні потужності магістральних вузлів A_i , $i = 1, \dots, 5$, та попит у вузлах навантаження B_i , $i = 1, \dots, 10$, а також відповідні довжини ліній електропередачі (ЛЕП) між вузлами. Для магістральних ЛЕП верхні межі для пропускних здатностей встановлено на рівні 800 МВА (мегавольт-ампер — одиниця повної електричної потужності), а для ліній, що з'єднують магістральні вузли та вузли навантаження, — на рівні 180 МВА.

¹ Робота виконана за фінансової підтримки НАН України (проект 2.3/26-П «Розробити математичні моделі, методи та програмні засоби мінімізації ризиків для об'єктів критичної інфраструктури», 0126U002032).