

К. ЯАНИМЯГИ

МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ПО ОТРАСЛЯМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

K. JAANIMÄGI. TÖÖSTUSHARUDEVANELISE TARBIMISVÕIMSUSTE PIIRAMISE JAOTAMISE
MEETOD

K. JAANIMÄGI. A METHOD OF DISTRIBUTION OF THE LIMITS OF CONSUMED POWER
BETWEEN BRANCHES OF INDUSTRY

(Представлена И. Эпиком)

Введение ограничений электрической нагрузки в энергосистеме может быть вызвано рядом причин: аварийными ситуациями, недостатком генерирующей пиковой мощности, нехваткой дефицитных видов топлива и т. д. Основным способом регулирования нагрузки в энергосистеме является ее распределение по промышленным предприятиям.

Под оптимальным распределением ограничений потребляемой мощности по отраслям будем понимать такое распределение, при котором экономические, технические и социальные отрицательные последствия для народного хозяйства в целом сводятся до минимума. Введем в рассмотрение шесть целей:

$$\Phi_1 = \sum_{i=1}^N c_{1i} x_i^{\text{вар}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\Phi_2 = \sum_{i=1}^N c_{2i} x_i^{\text{вар}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^N \frac{W_i^{\text{уст}}}{W_i^{\text{max}}} \cdot \frac{x_i^{\text{вар}}}{x_i^{\text{max}}} \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$\Phi_4 = \sum_{i=1}^N (1/c_{3i}) x_i^{\text{вар}} \rightarrow \min, \quad (4)$$

$$\Phi_5 = \sum_{i=1}^N c_{5i} \cdot \frac{x_i^{\text{вар}}}{x_i^{\text{max}}} \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$\Phi_6 = \sum_{i=1}^N c_{6i} \cdot \frac{x_i^{\text{вар}}}{x_i^{\text{max}}} \rightarrow \min, \quad (6)$$

где $W_{i,\text{уст}}$, $W_{i,\text{max}}$ — установленная и максимальная мощности i -й отрасли; c_{1i} — удельная валовая продукция i -й отрасли, руб/кВт·ч; c_{2i} — удельный ущерб от введения ограничения на потребление мощности в i -й отрасли, руб/кВт·ч; c_{3i} — электроэнерговооруженность труда, кВт·ч/чел; c_{5i} , c_{6i} — часы использования максимальной мощности в сутки и в год i -й отраслью; $x_i^{\text{вар}}$, x_i^{max} — выделяемое в данном варианте и заданное максимальное количество электроэнергии для i -й отрасли; N — количество отраслей промышленности.

Для совокупности отраслей должны выполняться следующие соотношения

$$\sum_{i=1}^N x_i = X, \quad (7)$$

$$x_i \leq Q_i, \quad (8)$$

где X — суммарное для всех отраслей количество выделяемой электроэнергии, Q_i — потребность в электроэнергии i -й отрасли. При решении практической задачи потребность в электроэнергии определялась нами через максимальные мощности за 2 ч.

В основу метода для решения задачи (1)–(8) были положены результаты [1]. Метод состоит из 3 этапов. Первый этап — сведение целевых функций Φ_1 – Φ_6 известным преобразованием [2] к безразмерным, подлежащим минимизации величинам.

Второй этап — выбор N_1 компромиссных решений из шести областей Парето многоцелевых задач вида

$$c_{1i}x_i \rightarrow \max, \quad i = \overline{1, N},$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = X, \quad (9)$$

$$x_i \leq Q_i,$$

во-первых, на основе критерия наименьшего удаления от идеальных решений [3] задач типа (9) и, во-вторых, случайным образом.

Третий этап — выбор из компромиссных решений задачи (1)–(8) оптимального. Для этого рассматривается матричная игра с платежной матрицей вида

$$\Pi = \begin{pmatrix} \Phi_{11} & \Phi_{12} & \dots & \Phi_{16} \\ \Phi_{21} & \Phi_{22} & \dots & \Phi_{26} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Phi_{N,1} & \Phi_{N,2} & \dots & \Phi_{N,6} \end{pmatrix},$$

где Φ_{hj} — значение j -го критерия в точке $\bar{x}_h = (x_1^h, x_2^h, \dots, x_N^h)$. Столбцам матрицы соответствуют целевые функции $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_6$, а строкам — стратегии $\bar{x}_h, h = \overline{1, N_1}$. Второй игрок при выборе своей оптимальной смешанной стратегии стремится сделать минимальными значения критериев по отношению ко всем N_1 стратегиям, что является искомым требованием для определения весовых коэффициентов в глобальном критерии

$$\Phi(\bar{x}) = \sum_{i=1}^6 \lambda_i \Phi_i(\bar{x}). \quad (10)$$

Оптимальным компромиссным решением задачи (1)–(8) будет решение, доставляющее минимальное значение критерию (10). Весо-

вые коэффициенты получаются в результате решения задачи линейного программирования, соответствующей задаче второго игрока в рассмотренной матричной игре.

Для решения исходных задач может быть полезной и модификация рассмотренного метода, основанная на решении матричной игры с платежной матрицей Π_1

$$\Pi_1 = \begin{vmatrix} \frac{\Phi_{12}}{Z_1} & \frac{\Phi_{13}}{Z_1} & \dots & \frac{\Phi_{16}}{Z_1} \\ \frac{\Phi_{22}}{Z_2} & \frac{\Phi_{23}}{Z_2} & \dots & \frac{\Phi_{26}}{Z_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\Phi_{N2}}{Z_N} & \frac{\Phi_{N3}}{Z_N} & \dots & \frac{\Phi_{N6}}{Z_N} \end{vmatrix},$$

где Z_i — значение целевой функции Φ_1 в стратегии \bar{x}_i , т. е. суммарная продукция, произведенная N отраслями при соответствующем вектору \bar{x}_i распределении ограничений на потребление мощности, руб. Перевод полученных в процессе решения весовых коэффициентов λ_i в экономические оценки важности целей отразит ожидаемый эффект от принятия той или иной стратегии [4].

В настоящей работе, по-видимому, впервые предпринята попытка решить поставленную задачу формализованным методом. И хотя этот метод имеет ряд недостатков (основной из которых — сложный процесс выбора N_1 стратегий), он показал хорошую работоспособность при расчете распределения ограничений на потребление мощности и электроэнергии по 10 отраслям промышленности Эстонской ССР. Составленные программы были реализованы на ЭВМ ЕС-1022.

Автор выражает благодарность М. Мытусу за постановку проблемы, внимание и поддержку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юттлер Х., Экономика и матем. методы, 111, вып. 3, 397—406 (1967).
2. Окорков В. Р., Управление электроэнергетическими системами, Л., Изд. ЛГУ, 1976.
3. Яанимяги К., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 28, № 1, 80—82 (1979).
4. Долгов П. П., Данилин О. Е., В кн.: Учет неопределенности исходной информации при оптимизации энергетического хозяйства экономического района, Таллин, Изд. АН ЭССР, 1978, с. 3—20.

Институт термofизики и электрофизики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
20/VIII 1979