УДК 621.314

Черкашина В.В.

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ КРИТЕРИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Вопросы повышения энергоэффективности и реализации потенциала энергосбережения связаны с решением ряда задач, относящихся к совершенствованию структуры электроэнергетических систем. Одним из путей совершенствования структуры электроэнергетических систем является и унификация воздушных линий (ВЛ) электропередачи. При решении задач унификации целесообразно руководствоваться системой иерархически построенных и взаимосвязанных технико-экономических моделей разных функциональных уровней, при этом стратегия поиска осложняется неполнотой исходной информации и многокритериальностью.

В качестве инструмента исследования данных технико-экономических задач в электроэнергетике применяется критериальный метод, позволяющий вести анализ при неполной исходной информации. Возможной реализацией критериального метода является решение по одному из критериев и замена дополнительных критериев системой ограничений. В каждом конкретном случае выделение "главного критерия" и построение системы ограничений связано с условиями задачи, с тактикой и методикой ее реализации. Чтобы построить общую методику унификации в целом, необходимо выявить целесообразное сокращение типоразмеров конструктивных элементов ВЛ, к которым, прежде всего, относятся опоры и провода линии электропередачи. Поскольку задача по сокращению типоразмеров опор в определенной мере решена, то задача обоснования шкалы сечений унифицированных ВЛ является актуальной с учетом многокритериальности и неопределенности исходной информации. [1,2]. Выбор направления зависит от вида подкласса, к которому относится функция цели. Обычно технико-экономические задачи в энергетике описываются с помощью полиноминальных уравнений нескольких переменных с учетом технических требований к этим переменным.

В 70-х годах прошлого века на кафедре МЭИ разработан метод критериального программирования, основанный на теории подобия, позволяющий минимизировать полином вида

$$Y_{(x)} = \sum_{i=1}^{т_1} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j^{\alpha_{ij}} , \qquad (1)$$

где A_i – положительные обобщенные константы, несущие детерминированный или вероятностный характер в зависимости от условий задачи и представляющие собой исходную информацию об объекте; x_j – параметры оптимизации, положительные переменные; α_{ij} – показатели степени, действительные числа; m_1 – число слагаемых в полиноме; n – число независимых параметров.

Ограничения, накладываемые на отдельные переменные x_j и на их комплексы, представляются в виде полиномов аналогичных (1) [3]

$$q_к(x) = \sum_{i=т_{к+1}}^{т_{к+1}} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j^{\alpha_{ij}} \le 1. \qquad (2)$$

Необходимым условием существования условного минимума функции с учетом всех ограничений является требование каноничности функции, под которым понимают выполнение следующего соотношения:

$$M - n - 1 = 0, \quad (M = n + 1), \tag{3}$$

где M – общее число слагаемых в полиноме и ограничениях.

Достоинством разработанного метода является: определение оптимальных значений функции цели; параметров оптимизации; оценка устойчивости функции к изменению параметров в диапазоне точки минимума; исследование чувствительности решения задачи при изменении исходной информации. [4,5]

При решении технико-экономических задач важно знать влияние отклонения исходной информации на исходный экономический вариант. Исследование чувствительности позволит обосновать необходимую степень точности исходной информации. Особенно хорошо данному анализу поддаются канонические модели.

Канонические модели в энергетике могут быть представлены в виде полинома

$$Y = A_0 \sum_{i=1}^{n+1} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j^{\alpha_{ij}} . \tag{4}$$

Критериальный метод позволяет исследование данной функции (4) в диапазоне n +1 базисной точки – мерном пространстве параметров оптимизации x_j и функции Y.

Постоянная составляющая A_0 (4) имеет значение только при оценке полной величины функции, в других случаях ею можно пренебречь.

$$Y_1 = \sum_{i=1}^{n+1} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j . \tag{5}$$

Очень часто обобщенные константы A_i известны лишь приближенно, поэтому применяемый критериальный метод позволяет вести исследования на критериальных моделях, имеющих вид:

$$\underset{*\,1}{Y} = \sum_{i=1}^{n+1} \pi_i \prod_{j=1}^{n} \underset{*\,j}{x}^{\alpha_{ij}} , \tag{6}$$

где π_i – критерий подобия, определяемый как:

$$\pi_i = \frac{A_i}{y_{iб}} \prod_{j=1}^{n} x_{jб}^{\alpha_{ij}}, \quad i = \overline{1, n+1}, \tag{7}$$

$\underset{*\,j}{x}$ – относительное значение параметров оптимизации; α_{ij} – действительные числа; $\underset{*\,1}{Y}$ – относительная величина переменной части функции (рис. 1).

Сформулировав основной признак канонической функции (5), необходимо соблюдать условие – число слагаемых в полиноме должно на единицу превышать число переменных $x = (x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots x_n)$. Систематические процедуры необходимо проводить, анализируя матрицу, составленную из показателей степени x_j. Так как аналогичные матрицы используются при определении критериев подобия методом анализа размерностей, то они называются матрицами размерностей [4]. Рассмотрим квадратичную матрицу A_1 порядка (n+1), полученную путем присоединения к матрице размерностей (α_{ij}) столбца, составленного из единиц

$$A_1 = \begin{pmatrix} \alpha_{11}\ \alpha_{12.}\ldots\ldots\ldots\alpha_{1n} & 1 \\ \alpha_{21}\alpha_{22}\ldots\ldots\ldots\alpha_{21n} & 1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ \alpha_{n+11}\alpha_{n+12}\ldots\ldots\alpha_{n+1n} & 1 \end{pmatrix}. \tag{8}$$

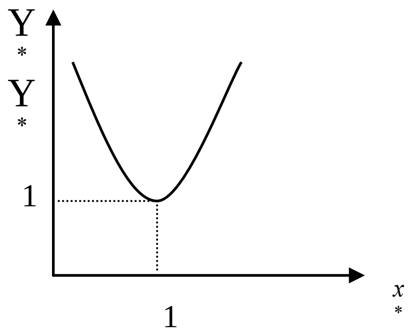

Рисунок 1 – Критериальная форма представления модели

Для того, чтобы функция (5) была канонической, необходимо, чтобы алгебраические дополнения элементов последнего столбца матрицы A_1 были отличны от нуля и имели один знак. Если соблюдается условие каноничности, то функция имеет единственную точку экстремума x_0, в которой достигается минимум

$$d\ y\ (x_0) = 0. \tag{9}$$

Для анализа функции с ограничениями применяют функцию Лагранжа, минимум которой по переменным совпадает с условием минимумов целевой функции с ограничениями. Данная функция имеет вид:

$$L(x) = y(x) + \sum_{к+1}^{p} \mu_{к0}\left[q_к(x) - 1\right], \tag{10}$$

где L(x) – функция Лагранжа; y(x) – целевая функция; $q_к(x)$ – количественные ограничения; $\mu_{к0}$ – неопределенные множители Лагранжа, значения которых определяются при нахождении условного минимума.

Функция y(x) с ограничениями $q_к(x)$ имеет условный минимум, если система уравнений:

$$\sum_{i=1}^{M} \alpha_{ij}\pi_i = 0, \quad j = \overline{1,n}\ , \tag{11}$$

полученная из частных производных функции Лагранжа в точке минимума, имеет хотя бы одно положительное решение $\pi_i > 0$, $i = 1$, M (M – общее число слагаемых целевой функции и ограничений). [4]

Таким образом, критериальный метод позволяет анализировать функции заданного подкласса и, при выполнении условий каноничности, технико-экономические модели реализуют все технико-экономические задачи при неопределенной исходной информации. Следовательно, одной из оптимальных форм решения технико-экономических задач является данное представление моделей, удовлетворяющее условиям каноничности и использующееся для реализации существующих алгоритмов критериального метода.

Литература

1. Н.М. Черемисин, В.И. Романченко. Критериальный анализ технико-экономических моделей ВЛ в условиях неполноты исходной информации. // Питання електрофікації сільського господарства. (50 років – ювілейний випуск). Сборник научных трудов. – Харьков: ХДТУСГ – 1998.– С. 21–25.

2. Будзко И.А., Астахов Ю.Н., Черемисин Н.М. Унификация воздушных линий электропередачи // Электричество – 1982.-№2. – С. 1–8

3. Ю.Н. Астахов, Н.М. Черемисин, В.М. Зубков. К вопросу однозначности решения неканонических технико-экономических моделей // Применение электрической энергии в сельском хозяйстве. – Москва.– 1976.– Т.XIII. вып.6 – С. 20–23.

4. Ю.Н. Астахов, Н.М. Черемисин, Б.М. Ильченко. Критериальный метод и его применение для анализа систем электроснабжения. Учебное пособие. М – 1986.– 45 с.

5. В.А. Веников, Ю.Н. Астахов, А.А. Федосеев. Критериальный анализ энергетических объектов при неполной исходной информации. // Фактор неопределенности при принятии оптимальных решений в больших системах энергетики. – Иркутск – 1974.– Т.1 – С. 18–22.

УДК 621.314

Черкашина В.В.

РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ КРИТЕРІАЛЬНИМ МЕТОДОМ

Розглянуто критеріальний метод, який застосовується для рішення техніко-економічних задач в електроенергетиці. Даний метод дозволяє аналізувати функції заданого підкласу і, при виконанні умов канонічності техніко-економічної моделі, реалізує всі техніко-економічні задачі при невизначеній інформації. Запропоновано форму представлення моделі, яка задовольняє умовам канонічності і є оптимальною для рішення задач в електроенергетиці.