

Г. РАБКИН

УСТОЙЧИВОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА (ТЭБ) РАЙОНА

G. RABKIN. RAJOOONI KÜTUSE- JA ENERGIABILANSI OPTIMEERIMISE OLESANDE POSIV LAHEND

G. RABKIN. ROBAST SOLUTION OF THE FUEL-POWER BALANCE OF AN ECONOMIC DISTRICT

(Представил И. Эник)

В настоящее время оптимальное управление топливно-энергетическим комплексом осуществляется по математическим моделям энергетических хозяйств районов. Наибольшее распространение получила модель [1-3], суть которой составляет распределительная задача линейного программирования

$$\min \left(\sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^t z_{il} x_{il} \right) \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^m \eta_{il} x_{il} \geq Q_l, \quad l = \overline{1, t}, \quad (2)$$

$$\sum_{l=1}^t x_{il} \leq x_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где z_{il} — стоимостный показатель i -го вида топлива у l -го потребителя, η_{il} — кпд l -го потребителя, Q_l — полезная произведенная энергия l -го потребителя, x_{il} — искомый объем i -го топлива у l -го потребителя.

Оптимизация ТЭБ представляет собой нахождение решения ряда задач типа (1) — (3). Рассмотрим вопросы решения задач такого типа в условиях действия гипотезы: исходные данные z_{il} , η_{il} , Q_l , x_i ($i = \overline{1, m}$; $l = \overline{1, t}$) являются неопределенными и задаются интервалами изменения $[\bar{\varepsilon}_{(\cdot)}, \tilde{\varepsilon}_{(\cdot)}]$, где (\cdot) обозначает соответствующий параметр исходных данных.

В дальнейшем будем придерживаться обозначений, введенных, в основном, в [4]: $\Omega_\alpha = [\bar{\varepsilon}_\alpha, \tilde{\varepsilon}_\alpha]$ — пространство реализаций неопределенного параметра (н. п.) α ; $\varepsilon_\alpha \in \Omega_\alpha$ — ожидаемое значение н. п. α ; $\Delta_\alpha = \tilde{\varepsilon}_\alpha - \bar{\varepsilon}_\alpha$ — степень неопределенности; $k_\alpha = (\varepsilon_\alpha - \bar{\varepsilon}_\alpha) / \Delta_\alpha$ — коэф-

фициент относительного смещения; $I(\alpha) = I(\bar{\epsilon}_\alpha, \epsilon_\alpha, \tilde{\epsilon}_\alpha)$ — общая характеристика н.п. α . Очевидно, что последняя может быть представлена и в другой форме: $I(\alpha) = I(\epsilon_\alpha, \Delta_\alpha, k_\alpha)$.

Рассмотрим задачу (1)–(3). В силу неопределенности исходных данных естественно предположить неопределенность решения данной задачи. Пусть общая характеристика решения x_{il}^0 задачи (1)–(3) суть

$$I(\epsilon_{xil}^0, \Delta_{xil}^0, k_{xil}^0), \quad i = \overline{1, m}, \quad l = \overline{1, t} \quad (4)$$

и пусть мы имеем правило выбора ожидаемых значений н.п. исходных данных. Введем следующие определения.

Определение 1. Ожидаемым значением н.п. x_{il}^0 называется решение данной задачи при ожидаемых значениях н.п. исходных данных, т. е. задачи типа

$$\left\{ \min \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^t \epsilon_{xil} x_{il} \mid \sum_{i=1}^m \epsilon_{\eta il} x_{il} \geq \epsilon_{ql}; \sum_{l=1}^t x_{il} \leq \epsilon_{xi}; i = \overline{1, m}, l = \overline{1, t} \right\}. \quad (5)$$

Определение 2. Если в точке оптимального решения x_{il}^0 задачи (1)–(3) с общей характеристикой (4) имеют место соотношения

$$\Omega \sum_{i \in I_l} \eta_{il} x_{il}^0 \leq \Omega_{ql}, \quad l = \overline{1, t}, \quad (6)$$

$$\Omega \sum_{l \in L_i} x_{il}^0 \leq \Omega_{xi}, \quad i \in I^0, \quad (7)$$

то такое решение называется решением, **обеспечивающим устойчивость задаче** (ОУЗ) (1)–(3) с неопределенными исходными данными.

Здесь $I_l \subset I = \{1, m\}$ состоит из m_l элементов таких, что для любого $i \in I_l$ решение x_{il}^0 ($l = \overline{1, t}$) входит в оптимальный план; $L_i \subset L = \{1, t\}$ состоит из t_i элементов таких, что для любого $l \in L_i$ решение x_{il}^0 ($i = \overline{1, m}$) входит в оптимальный план; $I^0 \subset I$ — множество индексов i , для которых имеет место строгое равенство в (3).

Применительно к задаче оптимизации ТЭБ экономического района решение ОУЗ интерпретируется как решение, при котором любые колебания в поставках топлива потребителю в пределах пространства реализаций Ω_{xil}^0 не приводят ни к дефициту топлива — (7), ни к перепроизводству или недопроизводству полезной энергии — (6) в рамках действия принятой гипотезы о характере исходной информации.

Определение 3. Пусть $I(\cdot)$ — общие характеристики н.п. исходных данных задачи (1)–(3), при которых существует решение ОУЗ. Тогда такой набор общих характеристик называется **согласованным**.

Имеет место следующая теорема, позволяющая при некоторых условиях находить решение задачи (1)–(3) в классе решений ОУЗ.

Теорема. Пусть выполнены следующие условия:

- 1) н.п. исходных данных задачи (1)–(3) заданы согласно гипотезе;
- 2) имеет место одно из следующих двух соотношений, определяющих согласованный выбор ожидаемых значений н.п. исходных данных

$$k_{ql} = k_{\eta il} = k_{xi} = 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad l = \overline{1, t}, \quad (8)$$

$$k_{ql} = k_{\eta il} = k_{xi} = 1, \quad i = \overline{1, m}, \quad l = \overline{1, t}; \quad (9)$$

3) ε_{xil}^0 — ожидаемое решение задачи (1) — (3);

4) в точке ε_{xil}^0 выполнено соотношение

$$d_l = \Delta_{Ql} - \sum_{i \in I_l} \varepsilon_{xil}^0 \Delta_{\eta il} \geq 0, \quad l = \overline{1, t}. \quad (10)$$

Тогда, если

$$\Delta_{xil}^0 = \min[d_l \varepsilon_{\eta il} / m_l \tilde{\varepsilon}_{\eta il} \varepsilon_{\eta il}, \quad i \in I_l, \quad l = \overline{1, t}; \quad \Delta_{xi} / t_i, \quad i \in I_l, \quad l \in L_i], \quad (11)$$

$$\Delta_{xil}^0 = d_l \varepsilon_{\eta il} / m_l \tilde{\varepsilon}_{\eta il} \varepsilon_{\eta il}, \quad i \in I_l \setminus I_l^0, \quad l = \overline{1, t}, \quad (12)$$

$$k_{xil}^0 = k_{xi}, \quad i \in I_l, \quad l = \overline{1, t}, \quad (13)$$

то решение x_{il}^0 задачи (1) — (3) с общей характеристикой $I(x_{il}^0) = I(\varepsilon_{xil}^0, \Delta_{xil}^0, k_{xil}^0)$ есть решение ОУЗ.

Пункты 1 и 2 теоремы определяют ожидаемые значения н. п. исходных данных, по которым находится ожидаемое решение ε_{xil}^0 задачи (1) — (3) согласно определению 1. Отметим, что выбор одного из двух условий согласования осуществляется исходя из качественного анализа исходной информации и специфики решаемой задачи оптимизации ТЭБ.

Рассмотрим условие (10), выполнение которого необходимо для существования решения ОУЗ. В практических задачах оптимизации ТЭБ это условие обычно выполняется, ибо элементы матрицы технологических способов η_{il} — кпд установок, производящих необходимую энергию Q_l , оказываются в 2—4 раза более устойчивыми, чем элементы вектора ограничений Q_l [5, 6].

Задача оптимизации ТЭБ в данной постановке была реализована для нахождения оптимального состояния ТЭБ республик Прибалтики и Белоруссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров А. А., Методы исследования и оптимизации топливно-энергетического хозяйства, Автореф. докт. дис., Иркутск, 1969.
2. Макаров А. А., Мелентьев Л. А., Методы исследования и оптимизации энергетического хозяйства, Новосибирск, «Наука», 1973.
3. Методика оптимизации развития топливно-энергетического хозяйства (под ред. А. А. Макарова), Ч. I, Иркутск, 1966.
4. Несенюк А. П., Автоматика, № 2, 55—63 (1979).
5. Барабанер Х. З., Теплоснабжение сельских населенных пунктов, Таллин, «Валгус», 1976.
6. Волконский В. А., Принципы оптимального планирования, М., «Экономика», 1973.

Институт термодинамики и электрофизики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
11/II 1981