EESTI NSV AKADEEMIA TOIMETISED. 30. KÖIDE
FÜÜSIKA * MATEMAATIKA. 1981, NR. 2

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 30
ФИЗИКА * МАТЕМАТИКА. 1981, № 2

https://doi.org/10.3176/phys.math.1981.2.14

УДК 620.9 : 330.115

Г. РАБКИН

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

G. RABKIN. RAJOONI KÜTUSE- JA ENERGIABILANSI OPTIMEERIMISE ÜLESANDE PÜSIV LAHEND

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

(Представил И. Эпик)

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

$$\min\Big(\sum_{i=1}^{m}\sum_{l=1}^{t} z_{il}x_{il}\Big) \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{m}\eta_{il}x_{il}\geqslant Q_l,\qquad l=\overline{1,t}, \tag{2}$$

$$\sum_{l=1}^{t}x_{il}\leqslant x_i,\qquad i=\overline{1,m}, \tag{3}$$

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

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

$$I(\varepsilon_{x_{il}}^0, \Delta_{x_{il}}^0, k_{x_{il}}^0), \quad i=\overline{1,m}, \quad l=\overline{1,t} \tag{4}$$

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*

$$\{\min \sum_{i=1}^{m} \sum_{l=1}^{t} \varepsilon_{zil} x_{il} \,|\, \sum_{i=1}^{m} \varepsilon_{\eta il} x_{il} \geqslant \varepsilon_{Ql};\ \sum_{l=1}^{t} x_{il} \leqslant \varepsilon_{xi};\ i=\overline{1,m},\ l=\overline{1,t}\}. \tag{5}$$

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

$$\Omega_{\sum\limits_{i\in I_l} \eta_{il} x_{il}^0} \subseteq \Omega_{Ql}, \quad l=\overline{1,t}, \tag{6}$$

$$\Omega_{\sum\limits_{l\in L_i} x_{il}^0} \subseteq \Omega_{xi}, \quad i\in I^0, \tag{7}$$

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

Здесь $I_l \subset I = \{\overline{1, m}\}$ 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; $L_i \subset L = \{\overline{1, t}\}$ 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 $\Omega_{x_{il}^0}$ 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*

$$k_{Ql} = k_{\eta il} = k_{xi} = 0, \quad i=\overline{1,m}, \quad l=\overline{1,t}, \tag{8}$$

$$k_{Ql} = k_{\eta il} = k_{xi} = 1, \quad i=\overline{1,m}, \quad l=\overline{1,t}; \tag{9}$$

3) $\varepsilon_{xil}{}^0$ *— ожидаемое решение задачи* (1)—(3);
4) *в точке* $\varepsilon_{xil}{}^0$ *выполнено соотношение*

$$d_l = \Delta_{Ql} - \sum_{i\in I_l} \overset{0}{\varepsilon}_{xil}\Delta_{\eta il} \geqslant 0, \qquad l = \overline{1,t}. \tag{10}$$

Тогда, если

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

$$\overset{0}{\Delta}_{xil} = d_l\varepsilon_{\eta il}/m_l\tilde{\varepsilon}_{\eta il}\bar{\varepsilon}_{\eta il}, \qquad i\in I_l\backslash \overset{0}{I_l}, \qquad l=\overline{1,t}, \tag{12}$$

$$\overset{0}{k}_{xil} = k_{xi}, \qquad i\in I_l, \qquad l=\overline{1,t}, \tag{13}$$

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 $\varepsilon_{xil}{}^0$ 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 термофизики и электрофизики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
11/II 1981