

К. ЯАНИМАГИ

ПРОЦЕДУРА ВЫБОРА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

K. JAANIMAGI. KÕTUSE- JA ENERGIARESSURSSIDE KOKKUNOITU ÕRITUSTE
VALIKU PROTSEDuur

K. JAANIMAGI. THE CHOICE PROCEDURE OF THE ECONOMY ACTIONS OF
THE FUEL-ENERGY RESOURCES

(Представил Н. Эпик)

В последние годы широкое развитие получили методы принятия решений в ситуациях выбора. Разумное применение этих методов позволяет раскрыть перед лицом, принимающим решение (ЛПР), суть выбора, сознательно разработать компромиссы, более последовательно проводить в жизнь определенную политику [1]. Применение таких методов для решения сложных задач выбора позволяет существенно расширить возможности ЛПР, усилить его интеллект. В настоящей статье рассмотрена задача выбора совокупности мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов в условиях ограниченности капитальных вложений на экономию.

Предлагаемая человеко-машинная процедура для решения этой задачи базируется на использовании методов многокритериального анализа, при этом функционалы и ограничения приводятся в виде понятных для ЛПР показателей с учетом требований, предъявляемых к таким процедурам, сформулированным в [2].

При распределении мероприятий по экономии при остром дефиците капитальных вложений необходимо дифференцировать экономию энергоресурсов в зависимости от их стоимости, вида энергии [3] (нефть, уголь, пиковая или провальная электроэнергия), рассматривая только те мероприятия, которые обеспечивают больший эффект по сравнению с затратами на развитие топливно-энергетического комплекса страны и на получение дополнительного количества топлива (это условие либо вводится в ограничение предлагаемой модели, используя стоимость или замыкающие затраты, либо только рассматриваются соответствующие мероприятия).

Модель имеет вид:

$$f_{1j} = \sum_{i \in I} \partial_{i1j} x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$f_2 = \sum_{i \in I} \partial_{i2} x_i \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$f_3 = \sum_{i \in I} \partial_{i3} x_i \rightarrow \max, \quad (3)$$

$$f_4 = \sum_{i \in I} \partial_{i4} x_i \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$f_5 = \sum_{i \in I} \Delta p_i x_i \rightarrow \max, \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} K_i x_i = K, \quad (6)$$

$$1 \geq x_i \geq 0, \quad (7)$$

где j — вид топлива, i — номер мероприятия по экономии, $l = 1, 2, 3$ — вид энергии, $\Theta_{1j}, \Theta_{2j}, \Theta_{3j}$ — экономия j -го топлива, электроэнергии и тепловой энергии в результате осуществления i -го мероприятия, K_i — капитальные вложения на осуществление i -го мероприятия по экономии топливно-энергетических ресурсов, x_i — интенсивность осуществления i -го мероприятия по экономии, I — общая совокупность мероприятий, K — суммарный лимит капитальных вложений, $Ч_i$ — трудовые затраты при осуществлении i -го мероприятия, Δp_i — прирост производительности труда от внедрения новой технологии (руб.).

Так как вид электроэнергии (пиковая или провальная) и некоторые другие факторы (внеэнергетический эффект) формально из-за отсутствия полного набора исходных данных учесть в модели трудно, то для решения исходной задачи предлагается использовать человеко-машинную процедуру. При этом в качестве активной стороны выступает руководитель (ЛПР) или совет программы по экономии энергии. Процедура решения задачи распределения мероприятий носит итерационный характер. Следует отметить, что в силу разноразмерности целевых функционалов их целесообразно предварительно свести к безразмерным величинам [4].

На первом шаге рассматриваемой процедуры ЛПРv предлагается вектор идеальных решений, т. е. вектор значений $f_m^{\text{опт}} = f_m(x_i^{\text{опт}}, m)$, где $\{x_i^{\text{опт}}, m\}_{m=1.5}$ — решение задачи (м), (6) — (7), где $m = 1, 2, 3, 4, 5$. Совершенно очевидно, что в области (6) — (7) не существует такого $\{x_i\}$, чтобы вектор значений функционалов задачи (1) — (7) в этой точке совпадал с $\vec{f}^0 = \{f_m^{\text{опт}}\}_{m=1.5}$. На втором шаге методами из [5] строится область Парето задачи (6) — (7). На третьем шаге ЛПР определяет допустимую образ-цель или вектор $\vec{f}^1 = \{f_m^1\}_{m=1.5}$.

При определении \vec{f}^1 ЛПР учитывает необходимость выполнения общереспубликанских заданий по экономии энергоресурсов, неформализуемые факторы. ЛПР определяет \vec{f}^1 покомпонентно на основе сравнения с \vec{f}^0 .

На четвертом шаге из области Парето выбирается совокупность решений, обеспечивающих для целевых функционалов (1) — (5) значения не ниже, чем \vec{f}^1 . Если таких решений нет, то на следующем шаге ЛПР корректирует свою целевую программу, формируя вектор \vec{f}^2 (как и на третьем шаге), и на следующем шаге повторяет действия четвертого шага и т. д. В противном случае из совокупности таких решений выбирается решение наименее удаленное от идеального [4, 5] и принимается за оптимальное компромиссное решение — совокупность мероприятий по экономии энергоресурсов. Отметим также, что если ЛПР не считает возможным ухудшение какой-либо из компонент вектора \vec{f} , то он может внести изменения в ограничение задачи (6) — (7), расширив область допустимых значений.

Исходную задачу можно сформулировать и как одноцелевую со стоимостным целевым функционалом, выражающим затраты на единицу сэкономленной энергии. Однако в этой постановке задача имеет ряд очевидных недостатков, связанных как с завуалированием вида энергии (мазут или тепловая и т. д.), так и со сложностью формирования единого стоимостного критерия. Кроме того, многоцелевая по-

становка позволяет удобно осуществлять диалоговый режим, анализировать пути выполнения установленных сверху заданий по экономии топлива и энергии.

Для решения рассмотренной в данной статье задачи на ЭВМ нами составлены программы, которые опробованы на конкретном материале, полученном в секторе общей энергетики Института термofизики и электрофизики АН ЭССР в ходе реализации республиканской программы «Экономия энергии». Разработанный алгоритм и программа показали хорошую работоспособность для задач средней размерности. Программа написана на языке ФОРТРАН и реализована на ЕС 1052 Института кибернетики АН ЭССР. Из-за отсутствия полного набора данных по трудовым затратам на осуществление мероприятий по экономии энергии f_4 нами не рассматривался. Алгоритм и программа расчета исходной задачи позволяют дать плановым органам рекомендации по эффективному распределению капитальных вложений между отраслями и предприятиями народного хозяйства в случае их дефицита, причем под эффективным распределением можно понимать и распределение на основе методов решения задачи (1)—(7), рассмотренных в [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларичев О. И. В кн.: Проблемы и методы принятия решений в организационных системах управления. М., Изд. ВНИИ сист. исслед., 1982, 5—12.
2. Ириков В. А. В кн.: Проблемы и методы принятия решений в организационных системах управления. М., Изд. ВНИИ сист. исслед., 1982, 12—24.
3. Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт, 32, № 5, 11—115 (1982).
4. Янимяги К. Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 28, № 4, 362—364 (1979).
5. Вайк Л. Э., Рабкин Г. Б., Янимяги К. Э. Согласованная оптимизация топливно-энергетических балансов экономических районов: Теория и методы. Таллин, АН ЭССР, 1982.

Институт термofизики и электрофизики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
9/III 1983