

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЫНКОВ ТИПА «ЦЕПОЧКА»

Цыганов Н. И.

(Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Москва)

Рынки нефти и газа играют значительную роль в российской и мировой экономике. Существенный вклад в окончательную стоимость товара для таких рынков вносит транспортная составляющая, поэтому эффективное построение транспортной системы является актуальной задачей.

Рассматривается рынок однородного товара в условиях совершенной конкуренции, чья структура задается неориентированным графом типа «дерево» (связным графом без циклов) $G = (N, L)$ с множеством вершин (узлов) N и множеством ребер (линий) L . Каждый узел характеризуется функцией спроса $D_i(p)$ и функцией предложения $S_i(p)$, зависящих от цены в узле. Каждая линия $\{i, j\} \in L$ задается начальной пропускной способностью $Q_{\{i,j\}}^0$, предельными затратами на передачу единицы товара $e_{\{i,j\}}^t$, а также функцией затрат на расширение пропускной способности, которая складывается из фиксированной компоненты $e_{\{i,j\}}^f$ и переменной компоненты $e_{\{i,j\}}^v(\Delta Q)$, зависящей от объема расширения линии.

Пусть \vec{v}^s , \vec{v}^d , \vec{p} - векторы объемов производства, потребления и цен в узлах соответственно, а \vec{q} - вектор объемов передачи в линиях.

Общественное благосостояние $W(\vec{v}^s, \vec{v}^d, \vec{p}, \vec{q})$ такого рынка определяется как разница суммарной полезности потребления и суммарных затрат на производство и транспортировку, что эквивалентно определению общественного благосостояния как

суммарного выигрыша всех субъектов рынка (производителей, потребителей и транспортной системы).

Ставится задача максимизации общественного благосостояния. Из-за наличия фиксированных компонент $e_{(i,j)}^f$ задача не является выпуклой. Однако, если зафиксировать множество расширяемых линий $R \subseteq L$, исходная задача становится выпуклой и ее решение не представляет трудностей. Пусть $\tilde{W}(R)$ - максимальное значение общественного благосостояния для такой задачи. Тогда исходная задача сводится к задаче нахождения оптимального множества расширяемых линий L^* :

$$(1) \quad L^* = \underset{R \subseteq L}{\text{Arg max}} \tilde{W}(R).$$

Задача (1) является задачей дискретной оптимизации и требует более эффективных методов решения, чем полный перебор. При выполнении условия инвариантности структуры потоков (УИСП), которое означает, что при любых расширениях пропускных способностей линий в рынке направления перетоков товара для всех линий не изменится, для некоторых типов рынков функция $\tilde{W}(R)$ удовлетворяет свойствам, использование которых позволяет сильно сократить число перебираемых подмножеств множества L . Так, для рынка типа «цепочка», в котором потоки однонаправленны, функция $\tilde{W}(R)$ является супермодулярной. В [1] описан алгоритм решения задачи для такого рынка и проводится его оценка.

Для рынка типа «цепочка» с разнонаправленными потоками функция $\tilde{W}(R)$ обладает свойством, являющимся обобщением свойства супермодулярности. На основе данного свойства описан алгоритм решения задачи (1) и проведено его статистическое исследование.

Литература

1. ВАСИН А.А., ГРИГОРЬЕВА О.М., ЦЫГАНОВ Н.И. *Оптимизация транспортной системы энергетических рынков* //

Журнал «Доклады Академии наук». – 2017. Т.475. – №4:
Информатика. – С. 377–382.