УДК 351.823.3

А.А.РОЖКОВ
Московский государственный горный институт

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УГЛЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В последнее время для управления сложными производственно-технологическими системами используется логистический подход. В общем виде задача заключается в планировании поставок угля, обеспечении надежности этих поставок, оперативном управлении и информационном обеспечении логистической системы углеобеспечения тепловых электростанций. Приводится решение задачи повышения эффективности обеспечения угольным топливом электростанций РАО «ЕЭС России» на основе логистической системы с помощью разработанной экономико-математической модели.

The article is devoted to the regions important problem – thermal energy station coal supply reliability. Well made coal consumer and manufacturer interest cooperation mechanism in their close cooperation in coal market must provide problem solving. Much attention is paid to the new coal delivery technological schemes development. The author suggests logistical approach usage that being used in complex industrial-technological system recently. Coal fuel supply efficiency of RAO «UES of Russia» power stations increase is based on economic-mathematic model, that was developed by the author with logistic system usage.

Актуальной проблемой для регионов страны является надежное (устойчивое) обеспечение угольным топливом тепловых электростанций (ТЭС). Решить эту проблему должно создание четкого механизма согласования интересов производителей и потребителей угольного топлива и их тесное взаимодействие на рынке угольной продукции. Особое внимание в цепочке производитель-потребитель целесообразно уделить совершенствованию и развитию новых технологических схем поставок угольной продукции[*].

В последнее время для управления сложными производственно-технологическими системами используется логистический подход[**]. Несмотря на существующие отличия в технологии и организации горных работ на различных горно-добывающих предприятиях, их производственные подсистемы реализуют набор общих функций, для которых в структуре логистических систем можно выделить стандартные элементы и подсистемы. Выделение общих элементов и функций в производственных системах позволяет применить универсальные методы управления транспортно-технологическими потоками углеобеспечения ТЭС.

Различают следующие основные элементы логистической системы углеобеспечения ТЭС (рис.1):

- входной элемент – добычные работы на угледобывающем предприятии;
- перерабатывающий элемент – обогащение угля, смешение марок для обеспечения нужного потребителям качества;

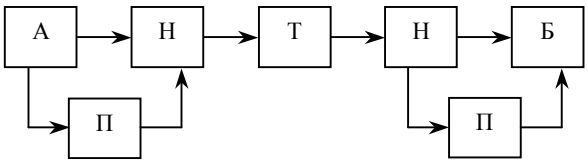


Рис.1. Структура логистической системы углеобеспечения ТЭС
А – входной элемент; Н – накопительный элемент; Т – транспортный элемент; Б – выходной элемент; П – перерабатывающий элемент

[*] *Рожков А.А.* Основные проблемы и направления устойчивого углеобеспечения тепловых электростанций / Сборник научных трудов студентов магистратуры Московского государственного горного университета. Вып.5. М.: Изд-во МГГУ, 2005. С.47-53.

[**] Логистика: Учебник / Под ред. Б.А.Аникина. М.: ИНФРА-М, 2000. 352 с.

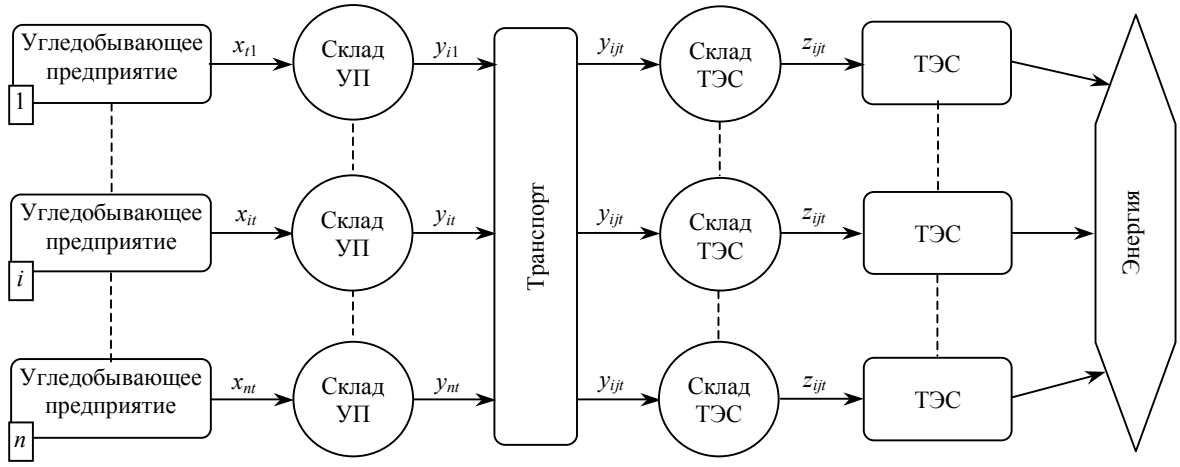


Рис.2. Схема логистической цепи углеобеспечения ТЭС

• накопительный элемент – складирование угля сначала на складах угледобывающего предприятия, затем на складах ТЭС;

• транспортный элемент – перемещение угля между складами угледобывающего предприятия и складами ТЭС;

• выходной элемент – сжигание угольного топлива на ТЭС, получение энергии.

Основными задачами планирования и управления в логистической системе углеобеспечения ТЭС являются:

• планирование поставок угля (поставщики и потребители, объемы поставок угля, в том числе по периодам времени), рассматривается в трех аспектах – со стороны угледобывающих компаний, потребителей угля и государства в целом;

• обеспечение надежности поставок (соответствие интересов угледобывающих компаний, ТЭС и государства);

• информационное обеспечение и оперативное управление.

Таким образом, в общем виде задача заключается в планировании поставок угля, обеспечения надежности этих поставок, оперативном управлении и информационном обеспечении логистической системы углеобеспечения ТЭС (рис.2).

Данная задача была решена на основе логистической системы для повышения эффективности обеспечения угольным топливом электростанций РАО «ЕЭС России» с помощью разработанной экономико-математической модели.

При этом управляемыми переменными модели являются (рис.2): x_{it} – объем добычи угля на i-м предприятии в промежуток времени t, т; y_{jt} – объем поставок угля с предприятия i на электростанцию j в промежуток времени t, т; z_{jt} – объем сжигаемого угля на электростанции j в промежуток времени t, т.

Модель представляет собой минимизацию суммарных затрат на добычу, складирование угля (как на угледобывающих предприятиях, так и на складах электростанций), а также затрат на транспорт, сжигание угля на электростанциях и хранение остатков угля на угледобывающих предприятиях и электростанциях.

Целевая функция экономико-математической модели имеет следующий вид:

$$\sum_i \sum_t x_{it} З^{д}_{it} + (\sum_i \sum_t x_{it} - \sum_i \sum_j \sum_t y_{ijt}) З^{с}_{it} k +$$

$$+ \sum_i \sum_j \sum_t y_{ijt} З^{т}_{ijt} + \sum_i \sum_j \sum_t (y_{ijt} - z_{ijt}) З^{эс}_{it} k +$$

$$+ \sum_j \sum_t z_{jt} З^{сж}_{jt} \to \min,$$

где $З^{д}_{t}$ – затраты на добычу, руб.; $З^{с}_{t}$ – затраты на хранение на складе угледобывающего предприятия (с учетом потерь угля и качества), руб.; $З^{т}_{t}$ – затраты на транспорт, руб.; $З^{эс}_{t}$ – затраты на хранение на складе ТЭС, руб.; $З^{сж}_{t}$ – затраты на сжигание, руб.; k – коэффициент, учитывающий потери угля.

Ограничения:

• по мощности *i*-го предприятия

$$x_{it} \le A_{it}^{\max}; \quad t = \overline{1,T};$$

• по потребности в топливе *j*-й электростанции

$$z_{jt} = \frac{S_{jt}}{\delta_{jt}}; \quad t = \overline{1,T};$$

• по емкости складов угледобывающих предприятий и электростанций

$$\sum_t (x_{it} - y_{jt}) \le V^{i\text{д}};$$

$$\sum_t (y_{jt} - z_{jt}) \le V^{j\text{с}};$$

$$t = \overline{1,T};$$

• по возможностям транспорта

$$y_{jt} \le P_t^{\max}; \quad t = \overline{1,T};$$

• по наличию угля для сжигания

$$\sum_{jt} (y_{jt} - z_{jt}) \ge 0; \; t = \overline{1,T},$$

где S_{jt} – мощность *j*-й ТЭС, кВт; δ_{tj} – расход угля на единицу электроэнергии на *j*-й ТЭС, т/кВт; $P_t^{\max}$ – максимальный объем перевозки, т.

Апробация предложенной экономико-математической модели осуществлена при минимизации затрат на углеобеспечение на примере Рязанской ГРЭС РАО «ЕЭС России», потребляющей канско-ачинские угли (73,7 %), интинские (11,9 %) и местные угли Подмосковного бассейна (8,6 %). При этом затраты на эти цели оказались ниже в среднем на 8-12 % по сравнению с фактическими суммарными затратами, полученными в 2003 г. без использования методов оптимизации.