ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտութ. սերիա XXXIV, № 3, 1981 Серия технических наук

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

В. Н. БУРКОВ, В. О. ГРОШЕН, С. Б. ОВАКИМЯН

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Управление оснасткой в условиях АСУП осуществляется в рамках программы, ориентированной на минимизацию себестоимости продукции и сводится к минимизации затрат на приобретение оснастки у сторонних поставщиков с учетом ее трудоемкости, имеющихся запасов, стоимости, производственных мощностей поставщиков, номенклатуры, размеров плана и т. п. Так как большинство предприятий оказывается способным изготовлять часть оснастки своими силами, задача может быть сведена к распределению заказов на оснастку вне и внутри предприятия таким образом, чтобы максимально использовать производственные мощности последнего. Приводится формальная постановка задачи, алгоритм ее решения и описывается режим работы подсистемы управления оснасткой, реализующей этот алгоритм.

Пусть n — число видов оснастки, а m — число месяцев планового периода. Введем следующие обозначения:

c_i, a_i — стоимость и трудоемкость единицы i-го вида оснастки; Q_{ij} — количество оснастки i-го вида, необходимое в j-м месяце; V_j — производственные мощности самого предприятия по выпуску оснастки в j-м месяце; z^k_{ij} — трудозатраты на самом предприятии в k-м месяце, связанные с выпуском i-го вида оснастки, требуемой в j-м месяце; $[A]$ — целая часть от A.

Формальная постановка задачи имеет вид.

$$\begin{cases} \sum\limits_{k=1}^{j} z_{ij}^k \leqslant a_i \cdot Q_{ij}, \qquad i = 1, 2, \ldots, n, \ j = 1, 2, \ldots, m; \\ \sum\limits_{j=k}^{m} \sum\limits_{i=1}^{n} z_{ij}^k \leqslant V_k, \qquad k = \overline{1, m}, \ z_{ij}^k \geqslant 0, \ i = 1, 2, \ldots, n, \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad j, k = 1, 2, \ldots, m; \\ \sum\limits_{i=1}^{n} c_i \left[\frac{1}{a_i} \sum\limits_{j=1}^{m} \sum\limits_{k=1}^{j} z_{ij}^k \right] \to \max. \end{cases} \tag{1}$$

Применение для решения (1) методов линейного программирования невозможно из-за нелинейности функционала цели. Легко убедиться, что если $\forall i, j, k$, $z^k_{ij} \gg a_i$, либо $z^k_{ij} = 0$, решение задачи (1) с функционалом цели

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{c_i}{a_i} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{l} z^k_{ij} \to \max \tag{2}$$

даст достаточно «хорошее» решение исходной задачи. Единственным затруднением, сохраняющимся при решении (1) с функционалом цели (2), является большая размерность задачи для предприятий с мелкосерийным характером производства. Так, для твердосплавного производства с полугодовым плановым периодом порядок числа переменных и ограничений системы (1) составляет, соответственно, 10^6 и 10^3, что исключает возможность применения стандартных пакетов программ линейного программирования [1]. Поэтому имеет смысл рассмотреть (1) с целевой функцией (2), как потоковую. Действительно, пусть на орграфе $G(X, U)$ множество вершин разбито на четыре подмножества: X_1, X_2, X_3, X_4, причем, первое и последнее подмножества содержат по единственной вершине x_s и x_t, соответственно, а орграф $G'(X', U')$, $X' = X \setminus (X_1 \cup X_4)$, является бихроматическим, $|X_2| = |X_3|$ и каждая вершина $x_j \in X_3$

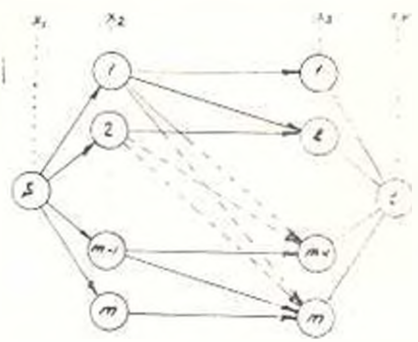

Рис. 1.

инцидентна первым l вершинам подмножества X_2 (рис. 1). Каждой дуге $(jt) \in U$, идущей из $x_j \in X_3$ в $x_t \in X_4$, поставим в соответствие вектор пропускных способностей $F(i, j)$, ограничивающий поток i-го продукта по дуге $(j, t) \in U$, а каждой дуге $(s, l) \in U$, идущей из $x_s \in X_1$ в $x_l \in X_2$ — скаляр H_l, ограничивающий суммарный многопродуктовый поток по $(s, l) \in U$. Требуется определить многопродуктовый поток максимальной стоимости из x_s в x_t, если известен вектор $D = \{d_1, d_2, \ldots, d_n\}$ — стоимостей единицы каждого вида продукта. Формально задача имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \sum\limits_{x_j \in X_3} \sum\limits_{i=1}^{n} y^i(k, j) \leq H_k, & \forall x_k \in X_2; \\ \sum\limits_{k=1}^{l} y^i(k, j) \leq F(i, j), & \forall x_j \in X_3, \quad i = 1, 2, \ldots, n, \\ y^i(k, j) \geq 0, & i = 1, 2, \ldots, n, \quad x_k, x_j \in X; \\ \sum\limits_{i=1}^{n} d_i \sum\limits_{x_k \in X_2} \sum\limits_{x_j \in X_3} y^i(k, j) \to \max. \end{cases} \tag{3}$$

Сравнивая (3) с предыдущей задачей, убеждаемся, что они совпадают с точностью до обозначений. Таким образом, для решения задачи управления оснасткой можно воспользоваться алгоритмами поиска максимального неоднородного потока [2, 3]. Более того, пользуясь спецификой графа $G(X, U)$, можно предложить простой алгоритм решения этой задачи, основная идея которого заключается в том, что сначала на $G(X, U)$ ищется максимальный поток наиболее «ценного» продукта, причем, потоки, пересекающие вершины подмножества X_3, рассматриваются в порядке возрастания индексов вершин, затем, с учетом существующих потоков в дугах, максимизируется поток ближайшего по ценности продукта и т. д. Полученное таким образом распределение потоков не содержит положительных циклов, т. е. обход любого цикла, изменяющий потоки на малую величину ε, не приводит к улучшению функционала цели, откуда следует оптимальность полученного решения.

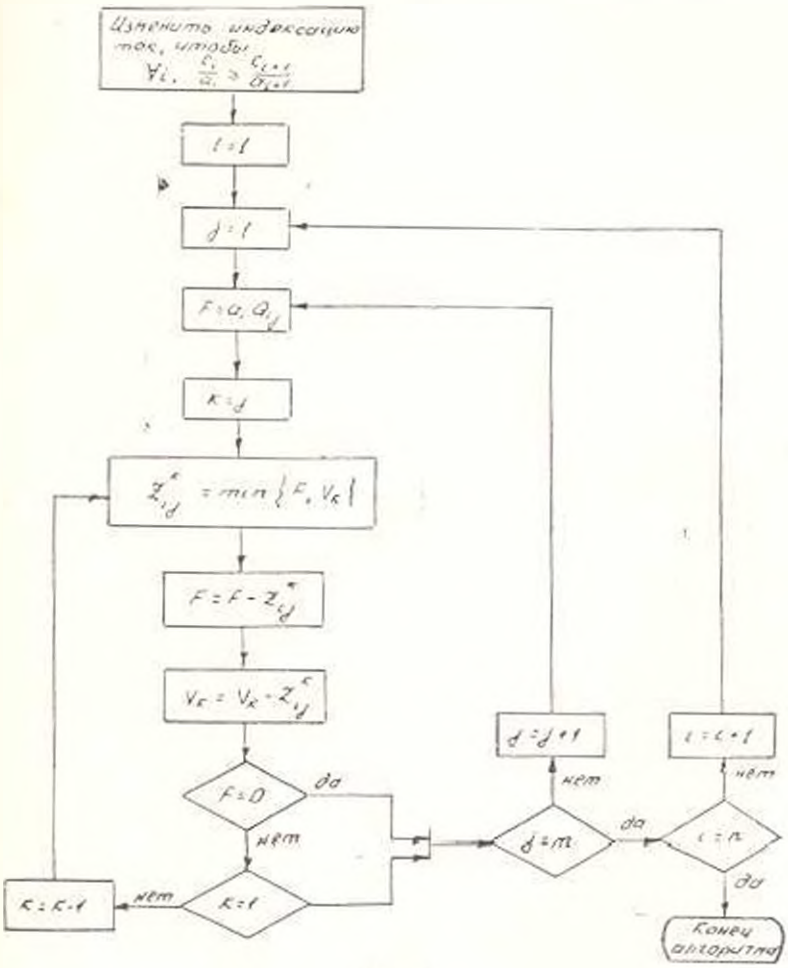

Рис. 2.

Блок-схема алгоритма применительно к задаче (1) с непрерывным функционалом цели приведена на рис. 2. Алгоритм реализован в подсистеме управления оснасткой твердосплавного производства, язык программирования — Фортран IV, подсистема работает под управлением ДОСЕС. В силу существования ряда неформальных факторов, например, отказа поставщика производить какой-то вид оснастки, подсистема работает в диалоговом режиме, при котором последовательно осуществляются анализ полученного плана, коррекция исходных данных, получение следующего плана и т. д., т. е. процесс получения рабочего плана является итерационным.

ГСКБ ПЭА Поступило 30 IX 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое обеспечение ЕС ЭВМ. Вып. 5, Инст. мат. АН БССР, Минск, 1974.
2. Целочисленное программирование и потоки в сетях. Т. XV, М., «Мир», 1974.
3. *Ермольев Ю. М., Мельник И. М.* Экстремальные задачи на графах. Киев, «Наукова думка», 1968.