

## МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ КОНВЕРСИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫПУСКУ ГРАЖДАНСКОЙ ПРОДУКЦИИ

*Ермолаева Л.В.*

ГОУ ВПО «Красноярский государственный торгово-экономический институт»

Задача оптимального распределения производственной программы особенно актуальна для конверсионных предприятий с мелкосерийным характером производства гражданской продукции. При ее решении необходимо выполнять такие требования, как выпуск продукции в заданные сроки и выполнение годового плана производства продукции; ритмичность работы предприятия и его подразделений; минимальное количество переналадок оборудования; минимальная номенклатура изделий, одновременно находящихся в производстве [1].

Задача оптимального распределения производственной программы предприятия должна входить в состав АСУП, так как ее решение на этапе формирования плана дает четкое представление о выпускаемых в каждом месяце изделиях, о загрузке различных групп оборудования, позволяет более качественно составить заявки на поставку материалов и комплектующих изделий, сократить время их хранения на складах, более рационально планировать планово-предупредительные ремонты оборудования и т. д.

Задача разработана для ряда машиностроительных и приборостроительных предприятий страны. Продукцию, выпускаемую этими предприятиями, можно разделить на изделия массового и крупносерийного производства и изделия серийного и мелкосерийного производства. Поэтому и решение задачи можно разбить на два этапа.

На первом этапе определяется трудоемкость изготовления одного изделия на каждой группе оборудования, рассчитываются ресурсы предприятия в каждом месяце, например, фонд времени по каждой группе оборудования с учетом планово-предупредительных ремонтов и плановых простоев. Второй этап - распределение изделий массового и крупносерийного производства. Оно производится либо пропорционально количеству рабочих дней в каждом месяце, либо пропорционально стоимости готовой продукции по месяцам. Затем корректируются все ресурсы с учетом полученного распределения, после чего распределяется серийная и мелкосерийная продукция. Для распределения серийного и мелкосерийного производства разработана экономико-математическая модель [2].

Введем следующие условные обозначения:

$j$  – индекс партий изделий, выпускаемых предприятием. Под партией изделий понимается либо полная производственная программа для данного изделия, либо какая-то максимально допустимая ее часть;

$J$  – множество индексов партий изделий;

$i$  – индекс какого-то ресурса, например, фонда материалов, фонда времени работы оборудования и т. д.

$I$  – множество индексов ресурсов;

$T_{ik}$  – объем  $i$ -го ресурса в  $k$ -ом периоде, оставшийся после вычета объемов используемых под массовую и крупносерийную продукцию, изделия с директивными сроками выпуска, изделия, находящиеся в незавершенном производстве, а также на окончании обработки партий, оставшихся с  $(k-1)$ -го периода;

$E_{ik}$  – допустимые отклонения  $i$ -го ресурса в  $k$ -ом периоде от  $T_{ik}$ .

$a_{ij}$  – расход  $i$ -го ресурса на  $j$ -ю партию изделий;

$j_k$  – множество индексов партий изделий-кандидатов для включения на выпуск в  $k$ -м периоде ( $j_k \in J$ );

$x_j = 0$ , если  $j$ -я партия не обрабатывается в  $k$ -м периоде, в противном случае  $x_j = 1$ ;

$F_{ek}$  – фонд времени работы  $e$ -й группы оборудования в  $k$ -м периоде;

$I$  – индекс группы оборудования;

$L$  – множество индексов групп оборудования;

$F_{ej}$  – станкоемкость изготовления  $j$ -й партии изделий на  $e$ -й группе оборудования.

Тогда систему ограничений, составленную с учетом требований задачи распределения и наличных ресурсов можно записать в виде неравенств

$$T_{ik} - E_{ik} \leq \sum_{j \in J_k} a_{ij} x_j \leq T_{ik} + E_{ik}, \quad i \in I$$

В качестве целевой функции можно выбрать наиболее важное из требований задачи распределения, например равномерную загрузку оборудования т. е.

$$\max_e \left| F_{ek} - \sum_{j \in J_k} f_{ej} x_j \right| \rightarrow \min$$

Для достижения минимальности общего количества переналадок в течение всего планируемого периода на переменные  $x_j$  необходимо наложить условие  $x_j=0$  или  $x_j=1$ ,  $j \in J$ .

Т.е. каждая партия изделий изготавливается полностью от начала до конца, либо совсем не изготавливается в каком-то месяце.

Если, во-первых, каждое двустороннее неравенство заменить двумя односторонними неравенствами

$$\begin{aligned} \sum_{j \in J_k} a_{ij} x_j &\geq T_{ik} - E_{ik}, & i \in J \\ \sum_{j \in J_k} a_{ij} x_j &\leq T_{ik} + E_{ik}, & i \in J \end{aligned}$$

во-вторых, ввести неизвестное  $y$ , удовлетворяющее условиям

$$y \geq \left| F_{ek} - \sum_{j \in J_k} f_{ej} x_j \right|, \quad e \in Z$$

то задача сведется к решению эквивалентной задачи

$$y \rightarrow \min$$

и условиях

$$x_j = 0 \text{ или } x_j = 1.$$

Для решения задач такого вида имеются программы решения задач целочисленного линейного программирования с булевыми переменными и аддитивным алгоритмом Балаша. С помощью этой программы можно решать задачи с числом переменных до 300 и ограничений до 100.

Если задача не имеет решения, двусторонние ограничения имеет смысл заменить такими:

$$\sum_{j \in J_k} a_{ij} x_j \leq T_{ik} + x_{ik}, \quad i \in I$$

Тогда исходная задача сводится к решению многомерной задачи о ранце, т. е. к решению задачи вида

$$F(X) = \sum_{j \in J_k} c_j x_j \rightarrow \max,$$

при

$$\sum_{j \in J_k} a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i \in I,$$

где

$$a_{ij} \geq 0, b_i > 0, c_j - \text{целые числа}$$

$$x_j = 0 \quad \text{или} \quad x_j = 1, \quad j \in J_k$$

Для решения таких задач могут быть применены классические методы целочисленной оптимизации, например, динамического программирования, однако ограничения на размерности решаемых задач, опять-таки делают эти методы не очень практичными.

Литература

1. Дегтерев А.С., Ерыгин Ю.В. Инструменты стратегического планирования инноваций на машиностроительных предприятиях оборонно-промышленного комплекса в условиях конверсии. - Конверсия в машиностроении, № 3, 2004, с. 78-83.
2. Дегтерев А.С., Нейман Г.А. Моделирование задачи оптимизации загрузки технологического оборудования. - Экономика и финансы, 2002, № 20 (22), с. 46-48.