

ЭКОНОМИКА

658.5

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СООТНОШЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ТРУДОВЫХ ЗАТРАТ МЕЖДУ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ И МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ СТАДИЯМИ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ СТАНКОСТРОЕНИЯ)

Канд. техн. наук В. Г. АБРАМЯН

Представлено решение разработанной автором экономико-математической модели оптимального распределения материальных и трудовых затрат между заготовительной и механообрабатывающей стадиями машиностроительного производства. За основу взят оптимальный выбор технологических процессов получения заготовок всех деталей готовой продукции. Полученные результаты дают возможность экономически обосновать внедрение в производство новой продукции и новых технологических процессов с учетом возможных — реорганизационно-инновационных процессов производственно-технологической структуры машиностроительной корпорации.

The author proposed solution of the economic-mathematical model for an optimum sharing of material and labor costs between the procuring and mechanoprocessing stages in engineering manufacture is presented. The optimum method for manufacturing performs for final goods and their varieties could be taken as the basis. The obtained results give a chance to economically justify new products and new technological processes innovation in manufacture taking into account possible reorganizational and innovative processes in the industrial-technological structure of an engineering corporation.

Разработанная автором экономико-математическая модель (ЭММ) определения оптимального соотношения материальных и трудовых затрат между заготовительной и механообрабатывающей стадиями многономенклатурного машиностроительного производства* имеет следующий общий вид:

целевая функция

$$Z = (S_1 + S_2) + E_k (K_1^E + K_2^E) = \sum_{j=1}^K \left[A_j^1 \left(M \frac{\alpha_j}{K_j^m} \right)^{x_1^j} \sum_{i=1}^{N_j} K_{1ij}^1 K_{2ij}^1 \right] +$$

$$+ A_2 \left(\sum_{j=1}^k M \frac{\alpha_j}{K_j^m} \right)^{x_2} \left(\frac{\sum_{\psi=1}^b \theta_{\psi}}{N_1} \right)^{y_2} e^{t_2^{mp}} \sum_{\varphi=1}^F S_{\varphi}^1 \beta_{\varphi} + E_k \left[\sum_{j=1}^k \left(U_j \sum_{i=1}^{N_j} \frac{t_{1ij} P_{1ij}}{K_{1ij}^b F_{1ij}^0} \right) + \sum_{\varphi=1}^F \frac{U_{2\varphi} P_{2\varphi} T_{2\varphi}}{K_{2\varphi}^b F_{2\varphi}^0} \right] \rightarrow \min; \quad (1)$$

система ограничений:

• по технологической трудоемкости производства заготовок всех деталей изделия и их последующей механической обработки

* Абрамян В.Г. Разработка экономико-математической модели установления оптимального соотношения материальных и трудовых затрат между заготовительной и механообрабатывающей стадиями многономенклатурной машиностроительной корпорации (на примере станкостроения) // Информационные технологии и управление. Ереван, 2006. — № 3—2. — С. 155—162.

$$\sum_{j=1}^K \left[A_{1j} \left(M \frac{\alpha_j}{K_j^m} \right)^{x_{1j}} \sum_{i=1}^{N_j} K_{1ij} K_{2ij} \right] + A_2 \left(\sum_{j=1}^k M \frac{\alpha_j}{K_j^m} \right)^{x_2} \left(\frac{\sum_{\psi=1}^h \theta_{\psi}}{N_1} \right)^{y_2} e^{t_2^{mp}} \leq T_1^H + T_2^H; \quad (2)$$

- по видам металлов

$$\sum_{j=1}^k \frac{M_i \alpha_j}{K_j^m} \leq M_i^H; \quad (3)$$

- по мощности заготовительного производства

$$\frac{\left[A_{1j} \left(M \frac{\alpha_j}{K_j^m} \right)^{x_{1j}} \sum_{i=1}^{N_j} K_{1ij} K_{2ij} \right] P_1}{F_{1j}^0 q_j} \leq Q_{1j}^H; \quad (4)$$

- по численности основных рабочих заготовительного производства,

$$\frac{\left[A_{1j} \left(M \frac{\alpha_j}{K_j^m} \right)^{x_{1j}} \sum_{i=1}^{N_j} K_{1ij} K_{2ij} \right] P_1}{F_{1j}^p} \leq B_{1j}^H; \quad (5)$$

- по численности основных рабочих механообрабатывающего производства

$$\sum_{\varphi=1}^F \frac{A_2 \left(\sum_{j=1}^k M \frac{\alpha_j}{K_j^m} \right)^{x_2} \left(\frac{\sum_{\psi=1}^6 \theta_{\psi}}{N_1} \right)^{y_2} e^{t_2^{mp}} \beta_{\varphi}}{F_{2\varphi}^p} \leq B_2^H. \quad (6)$$

Экономико-математическая модель характеризуется тем, что в ней известны все величины целевой функции и системы ограничений, кроме значений α_j , которые показывают удельный вес чистой массы всех деталей, заготовки которых получают j -ым способом, в общей массе всех деталей изделия, которые проходят механическую обработку на многономенклатурном машино-строительном производстве.

Обоснование выбора метода оптимизации экономико-математической модели

Целевая функция разработанной ЭММ характеризуется тем, что она не дифференцируема и переменной является только α_j . Область определения данной задачи имеет дискретную структуру. Все это затрудняет поиск решения, т. е. приходится применять различные комбинаторные методы.

Для решения разработанной ЭММ можно использовать следующие методы: метод ветвей и границ; метод с использованием пассивных стратегий поиска решений; метод с использованием активных стратегий поиска решений (метод дихотомии, метод чисел Фибоначчи и др.); метод конфигураций.

Тот или иной метод решения ЭММ выбирают, исходя из конкретных свойств задачи, а также с учетом условий в которых она решается (уровень информированности исследователя об изучаемом вопросе, располагаемые средства и т. д.).

Метод ветвей и границ обладает тем преимуществом, что не налагает никаких ограничений на структуру области определения рассматриваемой задачи. Вместе с положительными моментами возникают и определенные сложности. Так, требуются дополнительные специальные исследования ввиду специфических условий данной задачи. В качестве правил ветвления и отсева бесперспективных вариантов можно было бы использовать сконструированную целевую функцию, что привело бы к отрицательным (в смысле экономии средств и времени) результатам.

Метод с использованием пассивных стратегий характеризуется тем, что до начала решения поставленной задачи известны (или назначены) все возможные значения переменного α_j . При использовании активных стратегий выбор очередных значений α_j зависит от результатов предшествующих экспериментов. Под экспериментом в данном случае понимаем последовательность процедур в процессе решения поставленной задачи.

Характерно, что рассматриваемые методы используются, как правило, для безусловной оптимизации. Следовательно, для решения поставленной задачи сделаем поправку на то, что это задача на условную оптимизацию.

Выбор опорной точки проведения эксперимента

Первоначальный этап решения поставленной задачи — выбор исходной опорной точки Ω_j^0 с координатами α_j^0 , $j = 1, k$.

В общем случае от выбора исходной опорной точки, в частности, от выбора Ω_j^0 , зависят затраты средств и времени для решения данной задачи. Существуют достаточно много рекомендаций по выбору этой точки. Воспользуемся одной из них, а именно, одним из определений центра эксперимента. В качестве характеристики области эксперимента приняты

$$\alpha_j^{(1)} = \max \{ \alpha_j \}, \alpha_j^{(2)} = \min \{ \alpha_j \}. \quad (7)$$

Точка Ω_j^0 с координатами $\alpha_j^0 = 0,5(\alpha_j^{(1)} + \alpha_j^{(2)})$ является средней и рассматривается нами как центр области эксперимента.

Пусть $\Omega_j^0 = \alpha_j^0$, $j = 1, k$ та опорная точка, из которой начинается эксперимент и пусть $\Delta\alpha_j$ есть выбранные заранее величины изменения соответствующих α_j . Тогда процесс получения минимального значения целевой функции при удовлетворении системы ограничений состоит в поочередном изменении координат α_j с целью минимизации целевой функции Z при удовлетворении соответствующих ограничений (2)—(6).

Алгоритм решения задачи

1. Рассчитываем значение целевой функции Z_0 в точке Ω_1^0 с координатами $(\alpha_1^0, \alpha_2^0, \alpha_3^0, \dots, \alpha_k^0)$.

2. Выбираем координату α_1^0 и оцениваем (при известном $\Delta\alpha$) значение целевой функции Z_1^+ в точке

$$\begin{aligned} \Omega_1^+ &= (\alpha_1^0 + \Delta\alpha, \alpha_2^0 - \Delta\alpha, \alpha_3^0, \dots, \alpha_k^0) \\ \Omega_1^+ &= (\alpha_1^0 + \Delta\alpha, \alpha_2^0, \alpha_3^0 - \Delta\alpha, \dots, \alpha_k^0) \\ &\dots\dots\dots \\ \Omega_1^+ &= (\alpha_1^0 + \Delta\alpha, \alpha_2^0, \alpha_3^0, \dots, \alpha_k^0 - \Delta\alpha) \end{aligned} \quad (8)$$

Получаем множество значений $\{Z_1^+(\Omega_1^+)\}$.

3. Каждое из данных значений $Z_1^+(\Omega_1^+)$ сравниваем со значением целевой функции Z_0 , найденным в точке Ω_1^0 .

Определение оптимального соотношения материальных и трудовых затрат между заготовительной и механообрабатывающей стадиями производства обеспечивает снижение материалоемкости и технологической трудоемкости выпускаемых изделий, позволяет минимизировать общие производственные затраты и повысить экономическую эффективность функционирования многоменсклатурной машиностроительной корпорации в целом.

Разработанные экономико-математические модели и полученные зависимости определения материальных и трудовых затрат для основных технологических стадий машиностроительного производства позволяют оценить экономическую обоснованность внедрения в производство новой продукции и оценить экономическую эффективность освоения новых технологических процессов с учетом дополнительных затрат на реструктуризационно-инновационные процессы производственно-технологической структуры исходя из требований рынка и результатов логистико-ориентировочной оценки комплексного функционирования корпорации.

Полученные результаты были успешно опробированы и внедрены на Ереванском станкостроительном производственном объединении. На основе проведенных маркетинговых исследований и логистико-ориентировочной оценки в короткий срок был разработан и внедрен в производство новый универсальный токарно-винторезный станок модели 16ЕГ25П, который имел большой спрос на зарубежных рынках.

Для организации серийного производства таких станков в максимально короткий срок были проделаны соответствующие реструктуризационно-инновационные работы на всех производственно-технологических стадиях и процессах во всех производственных подразделениях СПО. Все мероприятия были осуществлены за счет собственных средств СПО. Ожидаемый годовой экономический эффект составил в 2001—2003 г. — 180 тысяч, а с 2004 г. — 285 тыс. долларов США.

532.03

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВЫБОРА СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ ЗАПЧАСТЯМИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Канд. экон. наук А.Е. БРОМ, асп. А. В. ВАНЮЖИН

Разработан новый метод классификации запчастей, по которому учитывается не только интенсивность отказов в процессе эксплуатации, стоимость и конструктивная сложность элемента, но и возможность производства запчастей на собственных мощностях, либо в кооперации со смежниками, что позволит выбрать вариант системы снабжения с минимальными затратами.

The new spare parts production method which takes into account not only service failure rate, cost and constructive complexity, but also the possibility of spare parts manufacture using domestic production capacities, or in cooperation with accessory manufacturers is developed. This method allows to establish supply system with a minimum cost.

В процессе эксплуатации производственных систем (ПС) технологическое оборудование часто выходит из строя или достигает такого состояния, что на нем не представляется возможным выпускать продукцию требуемого качества. В этом случае требуется замена или ремонт детали или узла, который не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к нему в процессе эксплуатации.

Таким образом, проблемы отсутствия запасных частей часто выходят на первый план при стремлении обеспечить бесперебойную работу технологического оборудования, в частности, машиностроительных предприятий.