

УДК 004.021

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МНОГОУРОВНЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПОРЯДКОМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. М. БОРЧИК, Н. П. СКРЫЛЕВ
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Рассматривается производственный процесс последовательного выполнения заказов, входными параметрами которого является информация о параметрах заказов, а именно: цвет, калибр, вид, толщина и т. д. Для параметров заказов введены уровни их градации (красный, белый, др.) и определены матрицы (как правило, несимметричные) стоимостей переналадок при переходе с одного уровня каждого параметра на другой. Выходными параметрами производственного процесса являются стоимость выпущенной продукции, время, затраченное на ее производство, и стоимость переналадок оборудования в процессе выполнения заказов.

Заказчиком поставлена задача определения оптимального порядка следования в процессе производства заказов, при котором суммарная стоимость переналадок оборудования будет минимальной. При этом рассматривается процесс производства, учитывающий переналадки оборудования с четырьмя параметрами, каждый из которых имеет четыре уровня вариации, и, соответственно, для каждого параметра имеется несимметричная матрица переналадок 4×4 . Стоимость перехода на идентичный уровень параметра нулевая. Расстояния между заказами, или стоимости перехода от одного заказа к другому, определяются суммарной стоимостью перехода между уровнями отдельных параметров.

Для формализации описания данного производственного процесса введем следующие обозначения для матриц стоимостей переналадки параметров оборудования. В общем виде будет рассматриваться случай $l \times m$, где l – количество параметров оборудования и заказов, соответственно, каждый из которых имеет m различных уровней.

$$P_i = (p_{ijk})_{m \times m}, p_{ijk} \in R, p_{ijk} \neq p_{ikj}, p_{ijj} = 0, i = 1, \dots, l, j = 1, \dots, m, k = 1, \dots, m, (1)$$

где m – количество уровней j -го параметра, $m \in N$; l – количество параметров нуждающихся в переналадке, $l \in N$; $p_{ijk} \in R$ – стоимость переналадки параметра i с уровня j на уровень k (например, стоимость перехода в крашении с белого на красный цвет, отличная от стоимости перехода от красного цвета к белому).

Для определения оптимального порядка следования заказов в процессе производства предлагается построение матрицы расстояний между заказами:

$$C_i = (c_{ij})_{n \times n}, c_{ij} \in R, i, j = 1, \dots, n, n \in N.$$

Расстояния c_{ij} – стоимости переналадки оборудования при переходе в процессе производства от заказа z_i к заказу z_j , $i, j = 1, \dots, n$, при этом c_{ij} , как правило, в общем случае отлично от c_{ji} .

Стоимости переналадки оборудования c_{ij} при переходе в процессе производства от заказа $z_i = (n_i^k)_{1 \times 4}$ к заказу $z_j = (n_j^k)_{1 \times 4}$, $k = 1, \dots, 4$, рассчитываются на основании наименований параметров заказов и значений матриц стоимостей переналадки параметров оборудования вида (1) (рис. 1).

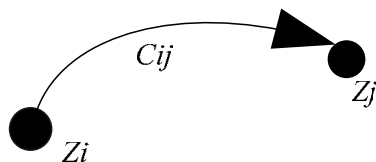


Рис. 1. Стоимость переналадки оборудования c_{ij} при переходе в процессе производства от заказа z_i к заказу z_j

Стоимости переналадки оборудования c_{ij} при переходе в процессе производства от заказа z_i к заказу z_j могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^4 p_{kn_i^k n_j^k}, n_i^k, n_j^k \in \{1, \dots, 4\}, i, j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Задача определения оптимального порядка следования в процессе производства заказов z_i , $i = 1, \dots, n$, при котором суммарная стоимость переналадок оборудования c_{ij} будет минимальной, – задача коммивояжёра, и применение классического алгоритма решения данного типа задачи, в свою очередь, не устраивает заказчика в силу возрастания на последних шагах алгоритма стоимостей переналадок оборудования c_{ij} .

Количество возможных заказов при заказах с четырьмя параметрами, имеющими четыре уровня, соответственно с построенными четырьмя матрицами вида рассчитывается по формуле $\Pi(p(i)) = 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 = 256$. Задача состоит в составлении плана на период (день, неделя, месяц). Как следствие, если переходить к поиску самого общего возможного решения, то нужно проводить расчёт очередности для каждого набора заказов, где любой из 256 уникальных видов заказов может как присутствовать, так и отсутствовать. Это приводит нас к тому, что одно из двух состояний независимо повторяется 256 раз, поэтому у нас может быть 2^{256} наборов из уникальных заказов. Поэтому для решения поставленной задачи определения оптимального порядка следования заказов предлагается применение неклассического (эволюционного) алгоритма – построение имитационной модели на основе генетического алгоритма (ГА), учитывающего рассчитанные выше расстояния вида (2). В качестве хромосом при решении данной задачи посредством ГА предлагается использовать векторы последовательностей заказов $(z_i)_{1 \times n}$, характеризующих суммарными стоимостями переналадок оборудования c_{ij} (2), где n – количество обрабатываемых заказов.