

УДК 65.012.122

Е.В. СТЕПАНОВА, к.е.н.,
А.И. ГОРБАЧ, Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
В.А. ГОРБАЧ, Украинская инженерно-педагогическая академия (г. Харьков)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОИСКА УЗКИХ МЕСТ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТОКАХ

Аннотация. Представлена модель поиска узких мест в производственных потоках в виде двойственной задачи о максимальном потоке сети.

Annotation. Presented method of search of bottlenecks in production streams as an ambivalent task about the maximal stream of network is represented.

Ключевые слова: Узкие места, производственные потоки, сетевая модель, максимальный поток в сети, пропускная способность.

І. Введение. В современных условиях производства, когда производственный процесс осуществляется на многих участках, взаимосвязанных во времени и пространстве, особенно важно соблюдение закона пропорциональности. Несоблюдение этого закона является причиной возникновения узких мест и диспропорций, когда производственная мощность цехов, производительность агрегатов и пропускная способность оборудования оказывается недостаточной для выполнения производственной программы.

В литературе [1,2] рассматриваются узкие места относительно производственной программы и сравнительные узкие места. Узкое место к программе не позволяет выполнить производственную программу. Для её выполнения необходимо или расширить узкое место, или уменьшить программу производства. Таким узким местам уделяется много внимания не только на практике, но и в теории организации производства. Иная роль сравнительных узких мест. До определённого момента они не влияют не только на выполнение плана, но и на плановые показатели работы предприятия в целом, и поэтому наличие их, как правило, не вызывает тревоги. Оба вида узких мест нежелательны в производстве.

С концепцией узких мест связаны две задачи - ликвидация или недопущение узких мест. Предупреждение возникновения узких мест не исключает образования широких мест, которые так же нежелательны, как и узкие места. Задачей организации производства является не только ликвидация узких мест, но и недопущение образования ни узких, ни широких мест, т.е. стремление к недопущению диспропорций производственных мощностей.

II. Постановка задачи. Производственный процесс осуществляется на ряде рабочих мест – ступеней и отдельных стадий процесса. Структура потока в необходимом уровне детализации адекватно может быть представлена графом $G(N, A)$ [3,4]. Вершины графа N_j отделяют конец предыдущего и начало последующих процессов, а дуги A_{ij} представляют собственно производственные процессы, осуществлённые на определенном оборудовании. По каждой дуге может быть установлена пропускная способность (b_{ij}). Одной из важных задач организации производства является задача определения максимального выпуска продукции производственным подразделением, которая может быть решена путем нахождения максимального потока в сети.

В теории организации производства с расчетом производственной мощности тесно связана задача – определения узких мест. Разработанная графо – математическая модель сложных производственных потоков позволяет рассчитать производственную мощность участка, цеха, предприятия и определить узкие места.

Задача нахождения величины максимального потока в любой сети является задачей линейного программирования с целевой функцией [5]

$$v = \sum_j x_{sj},$$

где x_{sj} - величина потока, выходящая из источника s , и величина потока, притекающая к стоку t .

Поток в сети подчиняется следующим условиям:

$$0 \leq x_{ij} \leq b_{ij} \text{ для всех } (i, j) \in A \quad (1)$$

$$\sum_i x_{ij} - \sum_k x_{jk} = 0 \quad j \neq s, t, \quad (2)$$

$$\sum_i x_{ij} - \sum_k x_{jk} = -v, \text{ если } j = s, \quad (3)$$

$$\sum_i x_{ij} - \sum_k x_{jk} = v, \text{ если } j = t, \quad (4)$$

Каждой задаче линейного программирования соответствует другая, которая называется двойственной. Задача, поиска узких мест моделируется в виде двойственной задачи о максимальном потоке [5]. Если к уравнениям (2-4) отнести множители π_i , а к неравенству пропускной способности (1) множители δ_{ij} , то получим условие двойственной задачи:

$$-\pi(s) + \pi(t) \geq 1 \quad (5)$$

$$\pi(i) - \pi(j) + \delta(i, j) \geq 0 \text{ для всех } A_{ij} \quad (6)$$

$$\delta(i, j) \geq 0, \text{ для всех } A_{ij} \quad (7)$$

и нужно найти минимум формы

$$\sum b_{ij} \cdot \delta(i, j) \quad (8)$$

при этих условиях.

Если расчленить все вершины сети на два несовпадающие множества вершин таким образом, чтобы источник принадлежал одному из них, а сток другому, то разрезом сети будет множество дуг, входящих из вершин первого множества и, входящих в вершины второго множества. Сложением величин пропускных способностей этих дуг определяется пропускная способность разреза. Минимальный разрез – это разрез с наименьшей для данной сети пропускной способностью [5].

В теории организации [2] отмечается, что комбинирование производственных потоков осуществляется на сквозных вспомогательных участках – ступенях, обслуживающих все основные агрегаты, на узловых, обслуживающих только несколько основных агрегатов, и на локальных, обслуживающих один основной агрегат.

В комбинированных потоках узкое место соответствует не какой-то отдельной единице оборудования, как в простой форме потока, а узким местом одновременно могут являться несколько процессов, т.е. узкое место расчленяется в пространстве. По этому в комбинированных потоках эквивалентным термином для расчлененного узкого места является понятие минимального разреза сети. А задача поиска узких мест в потоке математически моделируется в виде двойственной задачи о максимальном потоке в сети.

Классификацию узких мест можно провести аналогично классификации ступеней, т.е. узкие места классифицируются на локальные и общие (совокупные).

III Результаты. Сформулирована и решена задача поиска узких в производственных потоках. Построена графо – математическая модель производственных потоков в виде сети. Предложена классификация узких мест в комбинированных производственных потоках.

IV. Выводы. Поиск узких мест в производственных потоках можно осуществить с помощью графо – математической модели. В комбинированных производственных потоках узкое место расчленяется в пространстве. Следовательно, узкие места можно классифицировать в пространстве на общие (совокупные) и локальные.

Список литературы: 1. Теория организации: Учебник / Под ред. В.Г. Алиева. - М.: Луч, 1999 – 320 с. 2. Ройтбурд Л.Н., Штец К.А. Организация и планирования предприятий черной металлургии. –М.: Металлургия, 1967.-514с. 3. Степанова Е.В., Горбач В.А., Горбач А.И. Методический подход к исследованию организации сложных производственных потоков // Економіка: проблеми теорії та практики: Зб. наук. праць. – Випуск 204: в 5т. Том 1. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. т. 1-с. 117 – 123. 4. Берж К. Теория графов и ее применение. М.: Изд – во иностр. лит – ры, 1965 – 410 с. 5. Форд А.Р. Фалкерсон Д.Р. Потоки в сетях: Пер. с англ. – М.: Мир, 1966.- 276 с.

Надійшла до редакції 14.10.2008 р.