

ского оборудования. – Экономика и финансы, 2002, № 20 (22), с. 46-48.

### GERT-СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Ермолаева Л.В.

*ГОУ ВПО «Красноярский государственный  
торгово-экономический институт»*

Стохастическое представление моделей формирования производственных процессов в виде базовой GERT-сети позволяет получить достаточное количество полезной информации о временных характеристиках реализации этих процессов.

Система GERT-моделей позволяет включать случайные отклонения и неопределенность, возникающие непосредственно во время выполнения каждой отдельной задачи алгоритма. Следовательно, в полученный результат уже включены все случайные колебания и нет необходимости вносить в него дополнительные поправки, не считая тех, которые соответствуют аварийным ситуациям при завершении процессов. В сущности, эти поправки характеризуют реальную ситуацию в рамках существующей технологии управления процессами.

Рассмотрим подход к минимизации затрат и времени при формировании распределенных процессов с учетом стохастической реализации процесса. В качестве базовой модели рассмотрим простую ациклическую детерминированную модель, которая имеет "GERT-подобную узловую логику" [1]. Такую модель будем называть сетью для *формирования*, подчеркивая этим термином, что план реализации производственного процесса выбирается в процессе формирования, т.е. принимается решение о том, какие операции процесса должны быть выполнены для минимизации некоторой целевой функции.

Пусть  $N$  - ациклическая сетевая модель распределенного процесса с источниками и стоками, где множество узлов обозначается  $V$ , а множество дуг -  $E$ . Предположим, что  $N$  имеет только один исток, который обозначается через  $r$  и соответствует началу формируемого процесса. Предполагается также, что один из стоков  $N$  представляет собой успешное завершение всех операций процесса и обозначается  $s$ . Оставшиеся стоки, если они есть, могут представлять собой различные виды неудачного завершения или прерывания процесса.

$$X_i^- = \begin{cases} 0 & \text{для } i \in R' \\ 1 & \text{для } i \in R/R' \end{cases}.$$

Для формализации условий узловой логики введем дуговые переменные ( $\langle i, j \rangle \in E$ ):

Ациклическую сетевую модель  $N(V, E)$  только с одним истоком и со стоками назовем сетью для формирования распределенного процесса, если каждый узел  $i$  из  $N$  определен через входную характеристику  $X_i^- \in 0, 1, \dots, |P(i)|$  и выходную характеристику  $X_i^+ \in 0, 1, \dots, |S(i)|$ , где множество узлов обозначается  $V$ , а множество дуг -  $E$ ;  $|P(i)|, |S(i)|$  - мощность множества предшественников и последователей узлов  $i$  соответственно.

Характеристики, формирующие GERT-подобную узловую логику, имеют следующие значения.

(а) Узел активируется сразу же, как только входные действия  $X_i^-$  завершаются.

(б) Как только узел  $i$  активирован, то не более  $X_i^+$  выходных действий начинает выполняться. Если узел  $i$  не активируется, то ни одно выходное действие не выполняется.

Для источника  $r$  полагаем  $X_r^- = 0$ , т.е. он всегда активирован. Кроме того,  $X_i^+ = 0$  для  $i \in S$ , где  $S$  - множество стоков  $N$ .

Нужно отметить, что, во-первых, если  $X_i^- = 1$ , тогда узел  $i$  имеет OR-вход, и, если  $X_i^- = |P(i)|$ , то тогда  $i$  имеет AND-вход. И если "не более" заменяется на "точно" в (б), то  $X_i^+ = 1$  соответствует вероятностному выходу, а  $X_i^+ = |S(i)|$  соответствует детерминированному выходу. Во-вторых, если данная сеть  $N$  для формирования процессов имеет множество источников  $R$  ( $|R| > 1$ ) и множество  $R' \subset R$ ,  $R' \neq \emptyset$  активируется в начале выполнения набора операций, то можно формально перевести  $N$  в соответствующую *одно-источковую* сеть следующим образом.

Введем новый единый источник  $r_0$  и для каждого  $i \in R$  введем вспомогательную дугу  $\langle r_0, i \rangle$ .

Кроме того, установим  $X_{r_0}^- = X_{r_0}^+ = 0$  и определим

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } \langle i, j \rangle \text{ выполняется;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

и узловые переменные ( $i \in V$ ):

$$u_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i \text{ активируется;} \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

где  $u_r = 1$ , т.е. источник всегда активируется.

Тогда условия узловой логики (а) и (б) могут быть переписаны в следующем виде:

$$\sum_{k \in P(i)} w_{ki} \geq X_i^- u_i \quad (i \in V / \{r\}); \quad (2.2.1)$$

$$\sum_{k \in P(i)} w_{ki} < X_i^- + M_i u_i, \quad \text{где } M_i > |P(i)| - X_i^- \quad (i \in V / \{r\}); \quad (2.2.2)$$

$$\sum_{j \in S(i)} w_{ij} \leq X_i^+ u_i \quad (i \in V / S). \quad (2.2.3)$$

Если  $u_i = 1$  в (2.2.1), то это значит, что в результате активации узла  $i$  выполняется, по крайней мере,  $X_i^+$  входящих воздействий. Если  $u_i = 0$  в (2.2.2), то это значит, что узел  $i$  не активирован, т.к. менее чем  $X_i^+$  входящих действий выполнено. Таким образом, оба эти неравенства вместе соответствуют (а). Полагая  $u_i = 1$  и  $u_i = 0$  в (2.2.3), обеспечиваем выполнение (б).

Так как сетевая модель для формирования распределенных процессов ациклична, то каждая операция соответствующего процесса либо выполняется только один раз, либо не выполняется вообще.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Pritsker A.A. GERT: Graphical Evaluation and Review Technique. Part.1, Fundamentals. The Journal of Industrial Engineering (May 1966), pp. 67-101.

#### ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРИ МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ермолаева Л.В.

ГОУ ВПО «Красноярский государственный торгово-экономический институт»

В современных условиях производственные мощности промышленных предприятий направлены как на выпуск основной массовой продукции, так и на выпуск мелкосерийных и единичных заказов. Наличие фактора мелкосерийных и единичных заказов диктует практически непрерывный процесс составления производственной программы, то есть формирование портфеля заказов и распределение их по плановым периодам

подготовки, производства и выпуска продукции. Составление одной производственной программы для промышленного объединения и его подразделений является трудоемкой и логически сложной задачей. Автоматизация решения этой задачи осуществляется для достижения следующих целей.

1. Получения допустимых решений, то есть получение самих производственных программ объединения и его подразделений при условии выполнения заданий по объему и срокам плана реализации.

2. Оптимизация получаемых производственных программ в соответствии с некоторым критерием.

3. Возможности пересчета (изменения) производственных программ в течение планового периода (при необходимости).

4. Дальнейшей автоматизации управления производством, в том числе решения задач контроля выполнения плана по объему реализации, объему работ, срокам и др.

Исходными данными для составления производственной программы объединения и его подразделений являются объемы выпуска всех видов продукции, устанавливаемые планирующими органами, мощности производственных участков, выпускающих продукцию, и технические характеристики производственных участков, определяющие возможности каждого участка по выпуску данного вида продукции (время изготовления, время переналадки оборудования и тому подобное).

Решением является оптимальное по некоторому критерию распределение планируемых объемов выпуска продукции по производственным участкам объединения и временным интервалам периода планирования. В случае единичного и мелкосерийного (малотоннажного) производства для составления производственной программы необходимо решить задачу объемно-