

СТОХАСТИЧЕСКИЕ СЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С.С. Касымов, О.Э. Кимизбаева, М.Б. Зайнутдинова, Д.А. Устинов

Узбекистан, Ташкент

Показано, что при моделировании сложных систем широко используется аппарат теории массового обслуживания. При этом отдельные функциональные элементы исследуемой системы представляются в виде соответствующих систем массового обслуживания (СМО) S_1, \dots, S_n , совокупность которых образует стохастическую сеть. На рис. 1 изображена стохастическая сеть, посредством которой моделируется сложная производственно-технологическая система, состоящая из центрального ядра, двух селекторных и одного мультиплексного канала.

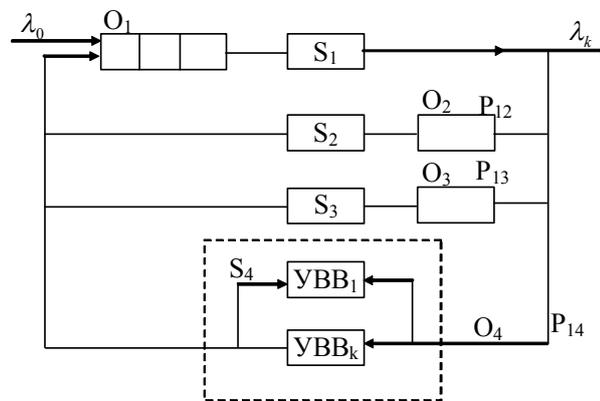


Рис. 1. Схема стохастической сети

Одноканальные системы S_1, S_2, S_3 являются моделями соответственно центрального ядра и двух селекторных каналов. Многоканальная система S_4 моделирует работу мультиплексного канала с УВВ: O_1, O_2, O_3, O_4 - очереди заявок на обслуживание; λ_0 - интенсивность входящего потока заявок в стохастическую сеть.

В процессе решения задачи происходит взаимодействие различных функциональных элементов системы, что находит отражение в циркуляции заявок внутри сети. Выбор направления перехода заявок из системы S_i в систему S_j определяется вероятностями передачи заявок, которые зависят от параметров трудоемкости программ, реализованных в системе. Поскольку сложная система работает без потерь, интенсивность λ_k выходящего потока равна λ_0 .

Для разомкнутых стохастических сетей характерно, что λ_0 не зависит от состояния сети, т.е. от числа заявок, уже поступивших в сеть. В замкнутых сетях интенсивность источника заявок которых зависит от состояния сети, а число заявок, циркулирующих в ней, всегда постоянно, и в этом случае источником заявок можно считать любую систему сети.

Стохастическая сеть определяется следующей совокупностью параметров: числом параметров n СМО S_1, \dots, S_n ; числом каналов (обслуживающих приборов) K_1, \dots, K_n ; матрицей вероятностей передачи $P_1 = [P_{i,j}]$, (где $P_{i,j}$ - вероятность передачи заявок из системы S_i в систему S_j); числом M заявок, циркулирующих в

этапов решения задачи и быстроедействиями v_1, \dots, v_n устройств, входящих в состав систем S_1, \dots, S_n сети, т.е. $v_i = Q_i / v_i$, ($i = \overline{1, \dots, n}$).

На начальном этапе определения характеристик сети необходимо проверить условие существования стационарного режима. Для всех СМО это условие таково:

$$\lambda_0 < \min (K_1 / a_1 v_1, \dots, K_n / a_n v_n).$$

Под состоянием сети понимается вектор (M_1, \dots, M_n) , характеризующий распределение заявок, находящихся в сети, среди систем S_1, \dots, S_n . При этом πM_j - вероятность того, что в системе S_j находится M_j заявок, причем, вероятности πM_j определяются для случая независимого функционирования сети СМО.

Для определения характеристик разомкнутых стохастических сетей в работе получены следующие формулы:

$$l_j = \frac{\beta_j^{K_j+1}}{K_j! K_j (1 - \beta_j / K_j)^2} \pi_{0j}; \quad (2)$$

$$m_j = l_j + \beta_j = \frac{\beta_j^{K_j+1}}{K_j! K_j (1 - \beta_j / K_j)^2} \pi_{0j} + \beta_j; \quad (3)$$

$$\omega_j = \frac{l_j}{\lambda_j} = \frac{\beta_j^{K_j+1}}{K_j! K_j (1 - \beta_j / K_j)^2} \pi_{0j}; \quad (4)$$

$$U_j = \frac{m_j}{\lambda_j} = \frac{v_j \beta_j^{K_j}}{K_j! K_j (1 - \beta_j / K_j)^2} \pi_{0j} + v_j. \quad (5)$$

Используя выражения (2)-(5), определяем характеристики сети в целом. Среднее число заявок, ожидающих обслуживания в сети, $m = \sum_{j=1}^n m_j$; среднее число заявок, пребывающих в сети $l = \sum_{j=1}^n l_j$. Каждая заявка поступает на обслуживание в систему сети в среднем a_j раз. Поэтому среднее время ожидания ω заявки в сети равно сумме взвешенных по коэффициентам передачи средних времен ω_j ожидания заявок в каждой из систем S_j : $\omega = \sum_{j=1}^n a_j \omega_j$. Аналогично имеем $U = \sum_{j=1}^n a_j U_j$.

Для одноканальных СМО $K_j = 1$; $\beta_j = S_j$ и $K_j (M_j) = 1$. С учетом этого формулы (2) - (5) значительно упрощаются.

Таким образом в работе обоснована методика представления сложных производственно-технологических систем в виде замкнутых и разомкнутых стохастических сетей, которые в зависимости от структурных и функциональных особенностей исследуемого объекта могут рассматриваться как одно- и многоканальные системы массового обслуживания.

Определена совокупность параметров, отражающих функционирование стохастических сетей и дано их графовое представление, формируемое в соответствующей канонической форме в виде системы алгебраических уравнений

установившегося режима работы исследуемой производственно-технологической системы. Приведены характеристики разомкнутых стохастических сетей в целом.

Осуществлена содержательная постановка задачи оптимального синтеза в классе разомкнутых и замкнутых сетевых моделей систем оперативной обработки производственно – технологической информации, функционирующих в режиме разделения времени и обеспечивающих уменьшение среднего времени решения задачи.