

Поскольку

$$\frac{P_{2008}}{P_{2007}} \cdot 100\% = J$$

есть темпы изменения объемов производства в (%), получаем:

$$\frac{\Delta W}{W_{2007}} \cdot 100\% = \frac{W_{2008}}{W_{2007}} \cdot 100\% - J = ЦП.$$

По существу автор [1] определил зависимость ЦП по энергосбережению реального производства с моделью удельного расхода (2) от темпов роста объема производства:

$$ЦП = W_{\text{пост.}\%} \left( 1 - \frac{J}{100} \right),$$

где  $W_{\text{пост.}\%}$  – процентная доля условно-постоянного электропотребления в общем электропотреблении в базовый период.

Построенная же Морозовым Д.Р. номограмма [1] по существу показывает степень влияния условно-постоянного электропотребления на ЦП по энергосбережению реального промышленного предприятия при неизменных параметрах линейной модели электропотребления (1).

#### Литература

1. Морозов, Д.Р. Повышение энергетической эффективности промышленных потребителей за счет увеличения объемов выпускаемой продукции / Д.Р. Морозов // Энергоэффективность. – 2008. – № 12; – 2009. – № 1.

*А.В. Крыленко, канд. физ.-мат. наук, доцент  
Филиал МИТСО (Гомель)*

## СТАЦИОНАРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЭРГОДИЧНОСТЬ ОТКРЫТОЙ СЕТИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ГРУППОВЫМ ПОСТУПЛЕНИЕМ И ОБСЛУЖИВАНИЕМ ЗАЯВОК

В последнее время в теории сетей массового обслуживания большой интерес вызывают исследования сетей с отрицательными заявками и групповыми перемещениями заявок [1].

В настоящей работе исследуется модель открытой сети массового обслуживания, в которой перемещение положительной заявки сопровождается образованием группы отрицательных заявок в очереди узла, куда она направляется. Цель работы – исследование данной открытой сети, для чего описывается модель сети, составляются уравнения глобального равновесия, составляются и решаются уравнения трафика, находятся числовые характеристики сети.

БДЭУ. Беларускі дзяржаўны эканамічны ўніверсітэт. Бібліятэка.

БГУЭ. Белорусский государственный экономический университет. Библиотека.°

BSEU. Belarus State Economic University. Library.

<http://www.bseu.by>      [elib@bseu.by](mailto:elib@bseu.by)

Рассмотрим открытую сеть, состоящую из 3-х однолинейных узлов. Входящий поток положительных заявок в сеть является пуассоновским потоком с интенсивностью  $\lambda$ . Времена обслуживания заявок имеют показательное распределение с параметрами  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$  для 1-го, 2-го и 3-го узла соответственно. Заявки в сети перемещаются по неприводимым матрицам маршрутов:

$$P_0 = p_{0i}(k) = \begin{pmatrix} p_{01}(0) & p_{01}(1) & p_{01}(2) & p_{01}(3) \\ p_{02}(0) & p_{02}(1) & p_{02}(2) & p_{02}(3) \\ p_{03}(0) & p_{03}(1) & p_{03}(2) & p_{03}(3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/3 & 0 & 1/3 & 1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$P_1 = p_{1j}(k) = \begin{pmatrix} p_{10}(0) & p_{10}(1) & p_{10}(2) & p_{10}(3) \\ p_{11}(0) & p_{11}(1) & p_{11}(2) & p_{11}(3) \\ p_{12}(0) & p_{12}(1) & p_{12}(2) & p_{12}(3) \\ p_{13}(0) & p_{13}(1) & p_{13}(2) & p_{13}(3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/4 & 1/12 & 0 & 1/6 \\ 1/12 & 0 & 1/6 & 1/4 \end{pmatrix}$$

$$P_2 = p_{2j}(k) = \begin{pmatrix} p_{20}(0) & p_{20}(1) & p_{20}(2) & p_{20}(3) \\ p_{21}(0) & p_{21}(1) & p_{21}(2) & p_{21}(3) \\ p_{22}(0) & p_{22}(1) & p_{22}(2) & p_{22}(3) \\ p_{23}(0) & p_{23}(1) & p_{23}(2) & p_{23}(3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 2/5 & 2/5 & 0 \end{pmatrix}$$

$$P_3 = p_{3j}(k) = \begin{pmatrix} p_{30}(0) & p_{30}(1) & p_{30}(2) & p_{30}(3) \\ p_{31}(0) & p_{31}(1) & p_{31}(2) & p_{31}(3) \\ p_{32}(0) & p_{32}(1) & p_{32}(2) & p_{32}(3) \\ p_{33}(0) & p_{33}(1) & p_{33}(2) & p_{33}(3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Здесь источник заявок, расположенный вне сети, обозначен как узел с номером 0. После завершения обслуживания в  $i$ -м узле с вероятностью  $p_{ij}(k)$ , для  $1 \leq i, j \leq 3, 0 \leq k \leq 3$ , заявка переходит в  $j$ -й узел, одновременно вызывая поступление в  $j$ -й узел группы из  $k$  отрицательных заявок. То есть эту ситуацию можно считать как исключение из очереди  $j$ -го узла  $k$  заявок по завершению обслуживания заявки из очереди в  $i$ -м узле. В этом случае из очереди  $j$ -го узла будут исключены  $k$  заявок, если длина очереди больше или равна  $k$ , или очередь станет пустой, если ее длина меньше  $k$ . Поступление извне положительной заявки в очередь 1-го узла с вероятностью  $p_{01}(k)$  вызывает порождение группы из  $k$  отрицательных заявок и поступление этой группы в очередь 1-го узла.

В частности, заявки из  $i$ -го узла как положительные заявки перемещаются в  $j$ -й узел с интенсивностью  $\mu_i p_{ij}(0)$ , а извне сети положительные заявки поступают в очередь 1-го узла с интенсивностью  $\lambda p_{01}(0)$ . Одиночные заявки из  $i$ -го узла покидают сеть, не меняя состояние сети:

а) в результате поступления в 1-й узел положительной заявки, которая удаляет 2 заявки из этого узла, что происходит с интенсивностью  $\lambda p_{01}(2)$ ;

б) в результате завершения обслуживания заявки на  $i$ -м узле с последующим переносом ее в очередь  $j$ -го узла (для  $1 \leq j \leq 3$ ) как отрицательной заявки – это происходит с интенсивностью  $\mu_i p_{ij}(1)$ .

То, что  $\lambda p_{01}(0) > 0$  и  $\mu_1 p_{12}(0) > 0$ ,  $\mu_1 p_{13}(0) > 0$ , обеспечивает неприводимость состояний сети.

Также для данной сети  $p_{ii}(k) = 0$  для  $\forall i, k$ , то есть заявки не могут переходить в очередь узла, который они покидают; и  $p_{i0}(k) = 0$  для  $i = \overline{1,3}$ ,  $k = \overline{1,3}$ , то есть заявки после завершения обслуживания не способствуют появлению отрицательных заявок на внешнем источнике сети.

Т.к.  $p_{ij}(k)$  – вероятности, то для них выполняются условия:

$$1) \sum_{j=0}^3 \sum_{k=0}^3 p_{ij}(k) = 1 \text{ для } i \in \{1, 2, 3\}; 2) \sum_{k=0}^3 p_{01}(k) = 1.$$

Для данной модели сети найдено стационарное распределение мультипликативной формы  $p(n) = K \prod_{i=1}^3 \left( \frac{\varepsilon_i}{\mu_i} \right)^{n_i}$ , где  $\varepsilon_i$  – среднее число заявок, которое полностью обслуживается на  $i$ -м узле стационарной сети ( $i = 1, 2, 3$ ), найдены из решения уравнений трафика;  $K$  – из условия нормировки:  $\sum_n p(n) = 1$ . Также определены условия эргодичности марковской цепи, описывающей состояния рассматриваемой сети.

## Литература

1. *Henderson, W.* Geometric equilibrium distributions fir queues with interactive batch departures / W. Henderson, B.S. Northcote, P.G. Taylor // *Annals of Operations Research*. – 1994. – 48. – P. 493–511.

*А.В. Кузнецова*  
*БГУИР (Минск)*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМАНД В ИТ-ПРОЕКТАХ

Организационная структура современных предприятий сферы информационных технологий основана, преимущественно, на использовании команд как основного исполнительного звена. Работа в команде предполагает как самостоятельность мышления включенных в нее сотрудников, так и вовлеченность сотрудников в общую работу для решения поставленных перед командой задач. Команда делает возможным реализацию проектов, которые не под силу одному человеку. Под командой понимается коллектив (объединение людей, осуществляющих совместную деятельность и обладающих общими интересами), способный достигать цели автономно и согласованно, при минимальных управляющих воздействиях [1].

БДЭУ. Беларускі дзяржаўны эканамічны ўніверсітэт. Бібліятэка.

БГЭУ. Беларуский государственный экономический университет. Библиотека.°

BSEU. Belarus State Economic University. Library.

<http://www.bseu.by>      [elib@bseu.by](mailto:elib@bseu.by)