

дифференциальных уравнений Эрланга: [1, с. 51]. В начальный момент времени при $t = 0$ естественно считать, что СМО находится в состоянии S_0 , т.е. все каналы свободны. Установившийся стационарный режим функционирования СМО (при $t \rightarrow \infty$) представляют предельные вероятности состояний:

$$p_0 = \left(1 + \frac{1}{1!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right) + \frac{1}{2!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^2 + \dots + \frac{1}{n!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right)^{-1}, \quad p_k = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \cdot p_0, \quad k = \overline{1, n}.$$

Так как в формулах (1) интенсивность потока заявок λ и интенсивность потока обслуживания μ входят своим отношением, то это отношение принято обозначать через ρ и называть приведенной интенсивностью входящего потока заявок или трафиком. Физический смысл трафика

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ состоит в том, что данная величина представляет собой среднее число заявок, приходящих в СМО за среднее время обслуживания одной заявки и является показателем нагрузки системы. Единицей измерения этого показателя является эрланг.

Отметим, что среди основных характеристик эффективности СМО в первую очередь указывают вероятность отказа $P_{отк}$, относительную пропускную способность Q (вероятность того, что заявка будет принята к обслуживанию), абсолютную пропускную способность A (среднее число заявок, которые может обслужить СМО за единицу времени), среднее число заявок в системе $L_{сист}$ (в данном случае оно совпадает со средним числом занятых каналов). Использование указанных и других известных характеристик эффективности СМО позволяет рассчитать оптимальные параметры функционирования, в частности, определить оптимальное соотношение между $P_{вх}$ и $P_{отк}$, обеспечивающее максимальную загрузку каналов с минимизацией вероятности отказа по обслуживанию.

Проведенное исследование ставило своей целью оценку параметров эффективности функционирования n – канальной СМО в зависимости от дисциплины обслуживания. В связи с этим были проанализированы предельные вероятности состояний и значения показателей эффективности функционирования СМО, а также их соотношения для трех случаев: n – канальная СМО с отказами, n – канальная СМО с ограниченной очередью и n – канальная СМО с неограниченной очередью. Указанные характеристики СМО при одинаковых исходных параметрах в зависимости от дисциплины были просчитаны для различных значений числа каналов, интенсивности входящего потока и потока обслуживаний, числа мест в очереди.

Например, при $n = 6$, $\lambda = 8$, $\mu = 2$ и $m = 3$ (число мест в очереди), получены следующие результаты:

1) для СМО с отказами: $p_0 = 0,020595$, $p_1 = 0,08238$, $p_2 = 0,16476$, $p_3 = 0,21968$, $p_4 = 0,21968$, $p_5 = 0,175744$, $p_6 = 0,117162$, $p_{отк} = 0,117162$, $Q = 0,882838$, $A = 7,0627$, $L_{сист} = 3,53135$;

2) для СМО с очередью в три заявки: $p_0 = 0,01768$, $p_1 = 0,070719$, $p_2 = 0,141437$, $p_3 = 0,188583$, $p_4 = 0,188583$, $p_5 = 0,150867$, $p_6 = 0,100578$, $p_7 = 0,067052$, $p_8 = 0,044701$, $p_9 = 0,029801$, $p_{отк} = 0,029801$, $Q = 0,970199$, $A = 7,761594$, среднее число занятых каналов $\bar{K} = 4$, количество заявок в очереди $L_{оч} = 0,245857$, $L_{сист} = 4,245857$;

3) для СМО с ожиданием: $p_0 = 0,016658$, $p_1 = 0,066741$, $p_2 = 0,133482$, $p_3 = 0,177976$, $p_4 = 0,177976$, $p_5 = 0,142380$, $p_6 = 0,094920$, $p_7 = 0,06320$,

$$p_8 = 0,042187, \quad p_9 = 0,028125, \quad p_{10} = 0,018750, \quad p_{11} = 0,0125, \quad p_{12} = 0,008333, \\ p_{13} = 0,005555, \quad p_{14} = 0,003704, \quad \dots, \quad p_{отк} = 0, \quad Q = 1, \quad A = 8, \quad \bar{K} = 4, \\ L_{оч} = 0,569522, \quad L_{сисм} = 4,569522.$$

Отметим, что выполнение всех расчетов производилось в среде Ms Excel, что позволило запрограммировать вычисление числовых характеристик и рассмотреть влияние всех параметров на работу СМО.

Таким образом, исследования позволяют сделать следующие выводы:

- 1) все параметры функционирования n – канальной СМО оказывают влияние на характеристики эффективности ее функционирования;
- 2) увеличение количества каналов, при сохранении интенсивности входящего потока и интенсивности потока обслуживаний, увеличивает число занятых каналов, т.е. повышает производительность СМО;
- 3) увеличение интенсивности входящего потока, при сохранении числа каналов и интенсивности потока обслуживаний, повышает производительность СМО.

Вместе с тем отсутствие экономических показателей в абстрактной модели не позволяет оценить рентабельность работы СМО и дать практические рекомендации по ее усовершенствованию. Введение в модель СМО таких показателей и станет следующим этапом исследования.

Список использованных источников

1. Лабскер, Л.Б. Теория массового обслуживания в экономической сфере: учебное пособие для вузов / Л. Б. Лабскер, Л. О. Бабешко. – М: ЮНИТИ,1998.- 319с.
2. Холод, Н.И. Экономико-математические методы и модели: учебное пособие / Н.И. Холод, А.В. Кузнецов, Я.Н. Жихар и др. - Минск: БГЭУ, 2000.- 412с.