Українська Федерація Інформатики
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»
(ПУЕТ)

ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2015)

МАТЕРІАЛИ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

(м. Полтава, 19–21 березня 2015 року)

За редакцією професора О. О. Ємця

Полтава
ПУЕТ
2015

УДК 519.872

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ЗАВИСЯЩИМИ ОТ СОСТОЯНИЯ СКАЧКООБРАЗНЫМИ ПРИОРИТЕТАМИ

Т. И. Джафар-заде
Национальная академия авиации, Азербайджан
turan_jafarzade@hotmail.com

На вход одноканальной системы поступает два пуассоновских потока разнотипных вызовов. Интенсивность *i*-го потока равна λ_i, i=1,2. Вызовы из первого потока (H-вызовы) являются более чувствительными к возможным задержкам в очереди, чем вызовы из второго потока (L-вызовы). Вместе с тем, время занятия канала является случайной величиной, подчиненной показательному закону распределения с общим параметром μ для вызовов обоих типов. Для ожидания в очереди разнотипных вызовов имеются раздельные буфера, при этом размер буфера для вызовов *i*-го типа равно $R_i, 0 < R_i < \infty, i = 1,2$.

Данная модель со скачкообразными приоритетами, которые зависят лишь от числа H-вызовов или L-вызовов, изучены в работах [1] и [2]. В данной работе изучается модель, в которой эти приоритеты зависят от числа вызовов обоих типов.

Вызовы высокого приоритета принимаются с вероятностью единица, если в момент их поступления имеется хотя бы одно свободное место в H-буфере; в противном случае они теряются с вероятностью единица. Если в момент поступления L-вызова число L-вызовов в буфере равно $i, i < R_2$, и число H-вызовов в буфере равно $j, j < R_1$, то один L-вызов мгновенно переходит в H-буфер с вероятностью $\alpha_i(j)$; с дополнительной вероятностью $1-\alpha_i(j)$ поступивший L-вызов присоединяется к очереди, если в ней имеется свободное место. Если в момент поступления L-вызова в буфере L-вызовов нет место и число H-вызовов равно

$j, j < R_1$, то либо L-вызов присоединяется H-буфер с вероятности $\alpha_{R_2}(j)$ либо он теряется с вероятностью $1-\alpha_{R_2}(j)$.

Основными показателями качества обслуживания (Quality of Service, QoS) этой модели являются стационарная вероятность блокировки вызовов i-го типа (CLP_i), среднее число вызовов каждого типа в буферах (L_i) и среднее время их ожидания в буфере (CTD_i), i=1,2.

Состояние системы можно описать с помощью вектора $\boldsymbol{n} = (n_1, n_2)$, где n_i – число i-вызовов в буфере, $i = 1,2$. Данная система описывается двумерной цепью Маркова с пространством состояний:

$$S = \{\boldsymbol{n} : n_i = 0,1,..., R_i, i = 1,2\}$$

Неотрицательные элементы Q-матрицы данной многомерной цепи определяются из соотношений:

$$q(\mathbf{n}, \mathbf{n}') = \begin{cases} \lambda_1 + \lambda_2 \alpha_{n_2}(n_1) & \text{если } n_1 < R_1, \mathbf{n}' = \mathbf{n} + e_1, \\ \lambda_2 (1 - \alpha_{n_2}(n_1)), & \text{если } n_1 < R_1, n_2 < R_2, \mathbf{n}' = \mathbf{n} + e_2, \\ \lambda_2, & \text{если } n_1 = R_1, \mathbf{n}' = \mathbf{n} + e_2, \\ \mu, & \text{если } n_1 > 0, \mathbf{n}' = \mathbf{n} - e_1 \text{ или } n_1 = 0, \mathbf{n}' = \mathbf{n} - e_2, \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

где $e_1 = (1, 0), e_2 = (0, 1)$.

Вероятность состояния $\boldsymbol{n} \in S$ обозначим через $p(\boldsymbol{n})$. Для нахождения вероятностей состояний составляется система уравнений равновесия (СУР). Далее с помощью вероятностей состояний системы определяются ее показатели QoS. Так, вероятность потери H-вызовов и L-вызовов определяются следующим образом:

$$CLP_1 = \sum_{i=0}^{R_2} p(R_1, i). \tag{1}$$

$$CLP_2 = p(R_1, R_2) + \sum_{i=0}^{R_1 - 1} p(i, R_2)(1 - \alpha_{R_2}(i)). \tag{2}$$

Среднее число разнотипных пакетов в очереди определяются так:

$$L_1 = \sum_{i=1}^{R_1} i \sum_{j=0}^{R_2} p(i, j); \tag{3}$$

$$L_2 = \sum_{i=1}^{R_2} i \sum_{j=0}^{R_1} p(j, i). \tag{4}$$

После нахождения показателей QoS (1)-(4) модифицированной формулой Литтла определяются средние времена задержки передачи разнотипных вызовов:

$$CTD_i = \frac{L_i}{\lambda_i (1 - CLP_i)}, i = 1,2. \tag{5}$$

Таким образом, для нахождения показателей QoS (1)-(5) необходимо решить СУР для вероятностей состояний $p(\boldsymbol{n})$, $\boldsymbol{n} \in S$. Она не имеет аналитического решения, но для вычисления этих показателей могут быть использованы известные численные методы линейной алгебры. Такой метод нахождения показателей QoS назовем точным методом. Он может быть использован при небольших размерностях модели. Разработанный алгоритм позволяет исследовать поведение изучаемых показателей QoS относительно изменений параметров модели. Из-за ограниченности объема работы эти результаты здесь не приводятся.

Литература

1. Меликов А. З., Джафар-заде Т. И. Анализ модели двух потоковой системы с общей очередью и скачкообразными приоритетами // Проблеми інформатизації та управління. 2012. Том 3, № 39. С.89-94.
2. Меликов А. З., Джафар-заде Т. И. Модель системы обслуживания со скачкообразными приоритетами // Электронное моделирование. 2015. Том 37, № 1. С.78-89.