

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МАТЕРИАЛЫ
II Всероссийской молодежной
научной конференции
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ,
ТЕХНИЧЕСКИХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Томск, 16–17 мая 2014 г.

Под общей редакцией
кандидата технических наук И.С. Шмырина

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2014

5. Назаров А. А., Терпугов А. Ф. Теория массового обслуживания. – Томск : Изд-во НТЛ, 2005. – С. 228.
6. Жидкова Л. А. Исследование числа занятых приборов в системе $MMPP|M|\infty$ с повторными обращениями / Л. А. Жидкова, С. П. Моисеева // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2014. № 1 (26). С. 53–62.
7. Лопухова С. В. Асимптотические и численные методы исследования специальных потоков однородных событий : дис. ... канд. ф.-м. наук. – Томск, 2008. – 157 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХПОТОКОВОЙ RQ-СИСТЕМЫ С КОНФЛИКТАМИ МЕТОДОМ АСИМПТОТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В УСЛОВИЯХ БОЛЬШОЙ ЗАДЕРЖКИ

Н. И. Калачева

Томский государственный университет
E-mail: Natalya_kalacheva@sibmail.com

Введение

В настоящее время большое интерес вызывают многопоточковые RQ-системы (retrial queues). Особенностью таких систем является то, что на их вход поступает не один, а несколько потоков разнотипных заявок. Область применения многопоточковых RQ-систем довольно обширна, так как такие модели очень удобно использовать для описания и моделирования различных технических и социально-экономических процессов. Исследованию многопоточковых RQ-систем посвящено большое количество работ. Наиболее подробно приведено их описание в работах [1]–[2], в частности в [1] рассматривается двухпоточковая RQ-система, в которой заявки двух типов поступают пачками.

1. Постановка задачи

В данной работе рассматривается двухпоточковая RQ-система с двумя источниками повторных вызовов и конфликтами заявок. В такой системе массового обслуживания (СМО) имеется один обслуживающий прибор. Поставлена задача: исследовать данную систему методом асимптотического анализа в условиях большой задержки, найти асимптотику первого и второго порядка.

Рассмотрим двухпоточковую RQ-систему, на вход которой поступают два простейших потока заявок с интенсивностями λ_1 (заявки 1-го типа) и λ_2 (заявки 2-го типа). В такой системе есть два источника повторных вызовов (ИПВ). Для заявок первого типа – ИПВ-1, для заявок 2-го типа – ИПВ-2. Если в момент поступления заявки в систему прибор оказывается свободен, то она начинает обслуживаться на нем в течение некоторого случайного времени, распределенного по экспоненциальному закону, с параметром μ_1 для заявок 1-го типа и с параметром μ_2 для заявок 2-го типа. Если же во время обслуживания заявки в систему поступает еще одна заявка, то в этом случае говорят, что наступает конфликт. Обе заявки, не обслужившись, переходят в свой ИПВ, где осуществляют случайную задержку, продолжительность которой имеет экспоненциальное распределение с параметром σ_1 в ИПВ-1 и с параметром σ_2 в ИПВ-2. Из ИПВ после случайной задержки заявка вновь пытается занять прибор [3]. Состояния прибора описываются процессом $k(t)$:

$$k(t) = \begin{cases} 0, & \text{если прибор свободен,} \\ 1, & \text{если занят заявкой первого вида,} \\ 2, & \text{если занят заявкой второго вида.} \end{cases}$$

Обозначим $i_1(t)$ — случайный процесс, определяющий число заявок 1-го типа в ИПВ-1 в момент времени t , $i_2(t)$ — случайный процесс, определяющий число заявок

2-го типа в ИПВ-2 в момент времени t . Будем исследовать трехмерный случайный процесс $\{k(t), i_1(t), i_2(t)\}$, являющийся марковским. Двухпотоковая RQ-система представлена на рис. 1.

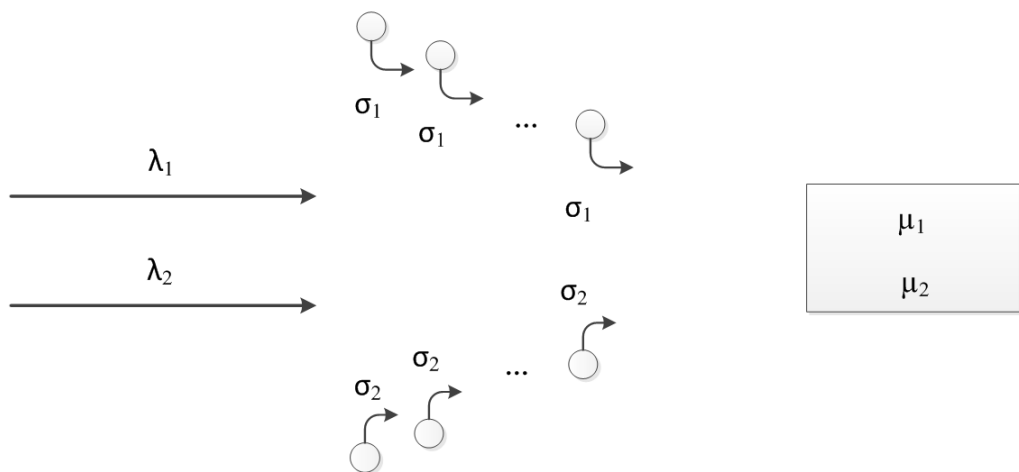


Рис. 1. Двухпотоковая RQ-система

2. Система дифференциальных уравнений Колмогорова

Составим систему дифференциальных уравнений Колмогорова для распределения вероятностей. Обозначим

$$P\{k(t) = k, i_1(t) = i_1, i_2(t) = i_2\} = P_k(i_1, i_2, t),$$

где $P_k(i_1, i_2, t)$ – вероятность того, что в момент времени t прибор находился в k -ом состоянии, в ИПВ-1 было i_1 заявок, в ИПВ-2 – i_2 заявок. Для распределения вероятностей $P_k(i_1, i_2, t)$ данной СМО система дифференциальных уравнений Колмогорова принимает вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial P_0(i_1, i_2, t)}{\partial t} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + i_1\sigma_1 + i_2\sigma_2)P_0(i_1, i_2, t) + \mu_1 P_1(i_1, i_2, t) + \mu_2 P_2(i_1, i_2, t) + \\ + \lambda_1 P_1(i_1 - 2, i_2, t) + \lambda_2 P_1(i_1 - 1, i_2 - 1, t) + \lambda_1 P_2(i_1 - 1, i_2 - 1, t) + \lambda_2 P_2(i_1, i_2 - 2, t), \\ \frac{\partial P_1(i_1, i_2, t)}{\partial t} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1)P_1(i_1, i_2, t) + \lambda_1 P_0(i_1, i_2, t) + \sigma_1(i_1 + 1)P_0(i_1 + 1, i_2, t), \\ \frac{\partial P_2(i_1, i_2, t)}{\partial t} = -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2)P_2(i_1, i_2, t) + \lambda_2 P_0(i_1, i_2, t) + \sigma_2(i_2 + 1)P_0(i_1, i_2 + 1, t). \end{cases}$$

Переходя в этой системе к стационарному распределению $P_k(i_1, i_2, t) = P_k(i_1, i_2)$, составим систему уравнений, определяющих характеристические функции. Осуществляем переход к частичным характеристическим функциям:

$$H(u_1, u_2) = \sum_{k=0}^2 H_k(u_1, u_2) = M\{e^{ju_1 i_1(t) + ju_2 i_2(t)}\},$$

где $j = \sqrt{-1}$ — мнимая единица, $H_k(u_1, u_2)$ — это частичные характеристические функции двумерного распределения, имеющие вид:

$$H_k(u_1, u_2) = \sum_{i_1} \sum_{i_2} e^{ju_1 i_1 + ju_2 i_2} P_k(i_1, i_2), k = \overline{0, 2}.$$

В итоге получаем систему вида:

$$\begin{cases} -(\lambda_1 + \lambda_2)H_0(u_1, u_2) + j\sigma_1 \frac{\partial H_0(u_1, u_2)}{\partial u_1} + j\sigma_2 \frac{\partial H_0(u_1, u_2)}{\partial u_2} + \mu_1 H_1(u_1, u_2) + \mu_2 H_2(u_1, u_2) + \\ + \lambda_1 e^{2ju_1} H_1(u_1, u_2) + \lambda_2 e^{j(u_1+u_2)} H_1(u_1, u_2) + \lambda_1 e^{j(u_1+u_2)} H_2(u_1, u_2) + \lambda_2 e^{2ju_2} H_2(u_1, u_2) = 0, \\ -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1)H_1(u_1, u_2) + \lambda_1 H_0(u_1, u_2) - j\sigma_1 e^{-ju_1} \frac{\partial H_0(u_1, u_2)}{\partial u_1} = 0, \\ -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2)H_2(u_1, u_2) + \lambda_2 H_0(u_1, u_2) - j\sigma_2 e^{-ju_2} \frac{\partial H_0(u_1, u_2)}{\partial u_2} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

3. Асимптотика первого порядка

Будем исследовать систему (1) методом асимптотического анализа в условиях большой задержки, то есть при $\sigma_k \rightarrow 0$ [4].

Обозначим $\sigma_k = \gamma_k \sigma$, где γ_k — некоторые числа. Положим $\sigma = \varepsilon$, тогда $\sigma_k = \gamma_k \varepsilon$. В системе (1) выполним следующие замены:

$$u_k = w_k \varepsilon, \quad H_k(u_1, u_2) = F_k(w_1, w_2, \varepsilon) \quad (2)$$

Получаем систему относительно неизвестных функций $F_k(w_1, w_2, \varepsilon)$. Выполняем в полученной системе предельный переход при $\varepsilon \rightarrow 0$:

$$F_k(w_1, w_2, \varepsilon) \xrightarrow{\varepsilon \rightarrow 0} F_k(w_1, w_2).$$

Далее, предлагается искать неизвестную функцию $F_k(w_1, w_2)$ в виде:

$$F_k(w_1, w_2) = R_k \Phi(w_1, w_2) = R_k \exp\{jw_1 a_1 + jw_2 a_2\},$$

где вектор (a_1, a_2) будет определен ниже, а его компоненты имеют смысл асимптотических средних числа заявок в ИПВ-1 и ИПВ-2. Величины R_k имеют смысл стационарного распределения вероятностей процесса $k(t)$. Для них выполняется условие нормировки:

$$\sum_{k=0}^2 R_k = 1.$$

Были получены следующие значения стационарных вероятностей:

$$R_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} = \rho_1, \quad R_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2} = \rho_2, \quad R_0 = 1 - \rho_1 - \rho_2, \quad (3)$$

которые совпадают со значениями стационарных вероятностей в работе (5). Были найдены асимптотические средние:

$$a_1 = \frac{\lambda_1(\lambda_2 \mu_1 + 2\lambda_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_2)}{\gamma_1 [\mu_1 \mu_2 - (\lambda_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_1)]}, \quad a_2 = \frac{\lambda_2(\lambda_1 \mu_2 + 2\lambda_2 \mu_1 + \lambda_1 \mu_1)}{\gamma_1 [\mu_1 \mu_2 - (\lambda_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_1)]}. \quad (4)$$

В итоге вид $F_k(w_1, w_2)$ был полностью определен. В силу замены (2) можно записать приближенное (асимптотическое) равенство:

$$H_k(u_1, u_2) = F_k(w_1, w_2, \varepsilon) \approx F_k(w_1, w_2), \quad k = \overline{0, 2}.$$

Поэтому для характеристической функции двумерного процесса (i_1, i_2) запишем:

$$M\{e^{ju_{i_1}(t) + ju_{i_2}(t)}\} = \sum_{k=0}^2 H_k(u_1, u_2) \approx \sum_{k=0}^2 F_k(w_1, w_2),$$

где $F_k(w_1, w_2)$ определяются формулой: $F_k(w_1, w_2) = R_k \exp\{jw_1 a_1 + jw_2 a_2\}$, величины a_1 , a_2 находятся по формуле (4), а R_k — по формуле (3). Полученные равенства будем называть **асимптотикой первого порядка** для двухпоточковой RQ-системы.

4. Асимптотика второго порядка

Найдем асимптотику второго порядка. В системе (1) выполним замену:

$$H_k(u_1, u_2) = \exp \left\{ ju_1 \frac{a_1}{\sigma} + ju_2 \frac{a_2}{\sigma} \right\} H_k^{(2)}(u_1, u_2). \quad (5)$$

Тогда система (1) примет вид:

$$\left\{ \begin{aligned} & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \gamma_1 a_1 + \gamma_2 a_2) H_0^{(2)}(u_1, u_2) + j\sigma_1 \frac{\partial H_0^{(2)}(u_1, u_2)}{\partial u_1} + j\sigma_2 \frac{\partial H_0^{(2)}(u_1, u_2)}{\partial u_2} + \\ & + \mu_1 H_1^{(2)}(u_1, u_2) + \mu_2 H_2^{(2)}(u_1, u_2) + \lambda_1 e^{2ju_1} H_1^{(2)}(u_1, u_2) + \lambda_2 e^{j(u_1+u_2)} H_1^{(2)}(u_1, u_2) + \\ & + \lambda_1 e^{j(u_1+u_2)} H_2^{(2)}(u_1, u_2) + \lambda_2 e^{2ju_2} H_2^{(2)}(u_1, u_2) = 0, \\ & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) H_1^{(2)}(u_1, u_2) + \lambda_1 H_0^{(2)}(u_1, u_2) + \gamma_1 a_1 e^{-ju_1} H_0^{(2)}(u_1, u_2) - \\ & - j\sigma_1 e^{-ju_1} \frac{\partial H_0^{(2)}(u_1, u_2)}{\partial u_1} = 0, \\ & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2) H_2^{(2)}(u_1, u_2) + \lambda_2 H_0^{(2)}(u_1, u_2) + \gamma_2 a_2 e^{-ju_2} H_0^{(2)}(u_1, u_2) - \\ & - j\sigma_2 e^{-ju_2} \frac{\partial H_0^{(2)}(u_1, u_2)}{\partial u_2} = 0. \end{aligned} \right. \quad (6)$$

Обозначим $\sigma = \varepsilon^2$, тогда $\sigma_k = \gamma_k \varepsilon^2$, где γ_k — некоторые числа. В системе (6) выполним следующие замены:

$$u_k = w_k \varepsilon, \quad H_k^{(2)}(u_1, u_2) = F_k(w_1, w_2, \varepsilon), \quad (7)$$

Получаем систему относительно неизвестных функций $F_k(w_1, w_2, \varepsilon)$:

$$\left\{ \begin{aligned} & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \gamma_1 a_1 + \gamma_2 a_2) F_0(w_1, w_2, \varepsilon) + j\gamma_1 \varepsilon \frac{\partial F_0(w_1, w_2, \varepsilon)}{\partial w_1} + j\gamma_2 \varepsilon \frac{\partial F_0(w_1, w_2, \varepsilon)}{\partial w_2} + \\ & + \mu_1 F_1(w_1, w_2, \varepsilon) + \mu_2 F_2(w_1, w_2, \varepsilon) + \lambda_1 e^{2j\varepsilon w_1} F_1(w_1, w_2, \varepsilon) + \lambda_2 e^{j\varepsilon(w_1+w_2)} F_1(w_1, w_2, \varepsilon) + \\ & + \lambda_1 e^{j\varepsilon(w_1+w_2)} F_2(w_1, w_2, \varepsilon) + \lambda_2 e^{2j\varepsilon w_2} F_2(w_1, w_2, \varepsilon) = 0, \\ & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) F_1(w_1, w_2, \varepsilon) + \lambda_1 F_0(w_1, w_2, \varepsilon) + \gamma_1 a_1 e^{-j\varepsilon w_1} F_0(w_1, w_2, \varepsilon) - \\ & - j\gamma_1 \varepsilon e^{-j\varepsilon w_1} \frac{\partial F_0(w_1, w_2, \varepsilon)}{\partial w_1} = 0, \\ & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2) F_2(w_1, w_2, \varepsilon) + \lambda_2 F_0(w_1, w_2, \varepsilon) + \gamma_2 a_2 e^{-j\varepsilon w_2} F_0(w_1, w_2, \varepsilon) - \\ & - j\gamma_2 \varepsilon e^{-j\varepsilon w_2} \frac{\partial F_0(w_1, w_2, \varepsilon)}{\partial w_2} = 0. \end{aligned} \right. \quad (8)$$

Выполняем в полученной системе предельный переход при $\varepsilon \rightarrow 0$:

$$F_k(w_1, w_2, \varepsilon) \xrightarrow{\varepsilon \rightarrow 0} F_k(w_1, w_2).$$

Получаем систему вида (9):

$$\left\{ \begin{aligned} & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \gamma_1 a_1 + \gamma_2 a_2) F_0(w_1, w_2) + (\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) F_1(w_1, w_2) + (\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2) F_2(w_1, w_2) = 0, \\ & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) F_1(w_1, w_2) + (\lambda_1 + \gamma_1 a_1) F_0(w_1, w_2) = 0, \\ & -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2) F_2(w_1, w_2) + (\lambda_2 + \gamma_2 a_2) F_0(w_1, w_2) = 0. \end{aligned} \right. \quad (9)$$

Этап I

Будем искать решение системы (9) в виде:

$$F_k(w_1, w_2) = R_k \Phi(w_1, w_2).$$

Тогда можно показать, что величины R_k находятся по формуле (3).

Этап II

Решение системы (8) $F_k(w_1, w_2, \epsilon)$ запишем в виде разложения:

$$F_k(w_1, w_2) = \Phi(w_1, w_2) \left\{ R_k + j\epsilon w_1 f_k^{(1)} + j\epsilon w_2 f_k^{(2)} \right\} + o(\epsilon^2),$$

где $o(\epsilon^2)$ – бесконечно малая величина порядка ϵ^2 . Величины $f_k^{(1)}$ и $f_k^{(2)}$ и функция

$\Phi(w_1, w_2)$ неизвестны. На данном этапе находим, что $f_k^{(1)}$ и $f_k^{(2)}$ имеют вид:

$$\begin{aligned} f_0^{(1)} w_1 + f_0^{(2)} w_2 &= 0, \\ f_1^{(1)} w_1 + f_1^{(2)} w_2 &= -\frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1} \gamma_1 R_0 \left(a_1 w_1 + \frac{\partial \Phi(w_1, w_2) / \partial w_1}{\Phi(w_1, w_2)} \right), \\ f_2^{(1)} w_1 + f_2^{(2)} w_2 &= -\frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2} \gamma_2 R_0 \left(a_2 w_2 + \frac{\partial \Phi(w_1, w_2) / \partial w_2}{\Phi(w_1, w_2)} \right). \end{aligned}$$

Этап III

На третьем этапе выполняется поиск функции $\Phi(w_1, w_2)$. Введем обозначения:

$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \end{pmatrix}$, $\mathbf{K} = \begin{pmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{pmatrix}$ – матрица ковариаций, у которой на главной диагонали

стоят дисперсии:

$$K_{11} = M \{ i_1^2 - M^2 i_1 \} = \sigma_1^2 \text{ – дисперсия числа заявок первого типа в ИПВ-1;}$$

$$K_{22} = M \{ i_2^2 - M^2 i_2 \} = \sigma_2^2 \text{ – дисперсия числа заявок второго типа в ИПВ-2;}$$

$$K_{12} = K_{21} = \text{cov} \{ (i_1 - M i_1) (i_2 - M i_2) \} = \text{cov}(i_1, i_2) \text{ – ковариация.}$$

Будем искать функцию $\Phi(w_1, w_2)$ в виде:

$$\Phi(w_1, w_2) = \exp \left\{ \frac{1}{2} (j\mathbf{w})^T \mathbf{K} (j\mathbf{w}) \right\},$$

Ее можно переписать как:

$$\Phi(w_1, w_2) = \exp \left\{ \frac{1}{2} (w_1^2 K_{11} + 2w_1 w_2 K_{12} + w_2^2 K_{22}) \right\}. \quad (10)$$

Были найдены коэффициенты K_{11} , K_{12} и K_{22} . Они имеют вид:

$$\begin{aligned} K_{11} &= -\frac{A}{b_1} - \frac{c_1}{b_1} \frac{Bb_1c_2 - Ab_2c_2 - Cc_1b_1}{(b_1 + c_2)(b_2c_1 - b_1c_2)}, \\ K_{12} &= \frac{Bb_1c_2 - Ab_2c_2 - Cc_1b_1}{(b_1 + c_2)(b_2c_1 - b_1c_2)}, \\ K_{22} &= -\frac{C}{c_2} - \frac{b_2}{c_2} \frac{Bb_1c_2 - Ab_2c_2 - Cc_1b_1}{(b_1 + c_2)(b_2c_1 - b_1c_2)}. \end{aligned} \quad (11)$$

Вспомогательные коэффициенты для нахождения K_{11} , K_{12} и K_{22} определяются по следующим формулам:

$$b_1 = \gamma_1 \frac{\lambda_1 - \mu_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1}, \quad b_2 = \gamma_1 \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1}, \quad c_1 = \gamma_2 \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2}, \quad c_2 = \gamma_1 \frac{\lambda_2 - \mu_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2},$$

$$A = \gamma_1 a_1 + \frac{\lambda_1 (4\lambda_1 + 2\gamma_1 a_1 + \lambda_2)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1} + \frac{\lambda_1 (\lambda_2 + \gamma_2 a_2)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2}, \quad B = \frac{\lambda_1 (2\lambda_2 + \gamma_2 a_2)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2} + \frac{\lambda_2 (2\lambda_1 + \gamma_1 a_1)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1},$$

$$C = \gamma_2 a_2 + \frac{\lambda_2 (4\lambda_2 + 2\gamma_2 a_2 + \lambda_1)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_2} + \frac{\lambda_2 (\lambda_1 + \gamma_1 a_1)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1}.$$

Величины a_1 , a_2 находятся по формуле (4). Таким образом полностью найден вид функции $\Phi(w_1, w_2)$.

Итак, мы полностью определили $F_k(w_1, w_2) = R_k \Phi(w_1, w_2)$, где функция $\Phi(w_1, w_2)$ определяется формулой (10), ее коэффициенты – формулой (11), а R_k определяются из формулы (3). Найденны функции $H_k^{(2)}(u_1, u_2)$.

$$H_k^{(2)}(u_1, u_2) = F_k(w_1, w_2, \varepsilon) \approx F_k(w_1, w_2), \quad k = \overline{0, 2}.$$

Это равенство будем называть **асимптотикой второго порядка** для двухпоточковой RQ-системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kalyanaraman R.* A Feedback Retrial Queueing System with Two Types of Batch Arrivals // International Journal of Stochastic Analysis. – 2012. – Vol. 2012. – P. 1–20.
2. *Falin G. L., Templeton J. G. C.* Retrial queues. – London : Chapman&Hall, 1997. – 328 p.
3. *Гарайшина И. Р., Моисеева С. П., Назаров А. А.* Методы исследования коррелированных потоков и специальных систем массового обслуживания. – Томск : Изд-во НТЛ, 2010. – 204 с.
4. *Назаров А. А.* Метод асимптотического анализа в теории массового обслуживания / А. А. Назаров, С. П. Моисеева – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 112 с.
5. *Калачева Н. И.* Сравнение многопоточковых и однопоточковых RQ-систем в условиях большой задержки / Научное творчество молодежи: Математика. Информатика: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции (24-25 апреля 2014 г.). – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2014. – С. 16–19.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАРКОВСКОЙ ЗАМКНУТОЙ RQ-СИСТЕМЫ БЕЗ КОНФЛИКТОВ И С КОНФЛИКТАМИ ЗАЯВОК

А. С. Квач

Томский государственный университет
E-mail: kvach_as@mail.ru

В теории массового обслуживания особый интерес представляют системы с повторными вызовами или RQ-системы [1]. Такие системы характеризуются тем, что входящая заявка, обнаружившая прибор занятым, присоединяется к источнику повторных вызовов (ИПВ), чтобы повторить свой доступ к прибору через некоторый случайный промежуток времени. Следует отметить, что каждое требование может произвести неограниченное число попыток перед тем, как обнаружит прибор свободным и получит обслуживание. Исследованию RQ-систем посвящено большое количество работ. По этой тематике в монографии [2] приведено более семисот ссылок на издания различного уровня. Основы и фундаментальные исследования в области RQ-систем также можно найти в работах Г. И. Фалина [3].

В работах Т. В. Любиной и А. А. Назарова [4] были исследованы различные модели открытых RQ-систем с конфликтами заявок.