

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.
Уткина»

Кафедра вычислительной и прикладной математики

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

по дисциплине

«Компьютерное моделирование»

«Моделирование СМО»

Выполнил:

студент гр. 943

Кибамба Ж.Ж.

Проверили:

Овечкин Г.В.

Филатов И.Ю.

Рязань, 2023

Задание:

Составить программу моделирования системы массового обслуживания, определенной вариантом задания. Оценить основные характеристики эффективности функционирования СМО. Результаты сравнить с точными значениями, полученными при аналитическом расчете по приведенным в главе 7 формулам.

7. В инструментальном отделении сборочного цеха работают три кладовщика. В среднем за 1 мин. за инструментом приходят 0,8 рабочего ($\lambda = 0,8$). Обслуживание одного рабочего занимает у кладовщика $t = 1,0$ мин. Очередь не имеет ограничений. Известно, что поток рабочих за инструментом — пуассоновский, а время обслуживания подчинено экспоненциальному закону распределения. Стоимость 1 мин работы рабочего равна 30 д.е., а кладовщика — 15 д.е. Найдите средние потери цеха при данной организации обслуживания в ин-

струментальном отделении (стоимость простоя) при стационарном режиме работы.

Хот работы:

$$\lambda = 0.8, \quad \mu = 1/1 = 1 \quad \rho = \lambda / \mu = 0.8/1 = 0.8$$

$n = 3$ — количество каналов

$$\frac{\rho}{n} = \frac{0.8}{3} = 0.27 < 1 \rightarrow \text{очеред не будет возрастать до бесконечности}$$

$$P_0 = \left[1 + \frac{\rho^1}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right]^{-1} = \left[1 + \frac{0.8^1}{1!} + \frac{0.8^2}{2!} + \frac{0.8^3}{3!} + \frac{0.8^{3+1}}{3!(3-0.8)} \right]^{-1} = 0.45$$

вероятность того, что отсутствуют рабочие

Т.е. в среднем 45% времени кладовщики будут простаивать.

Вероятность того, что будет очередь

$$P_{och} = \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \cdot P_0 = \frac{0.8^{3+1}}{3!(3-0.8)} \cdot 0.45 = 0.014$$

среднее число рабочих, находящихся в очереди

$$L_{och} = \frac{\rho^{n+1}}{n! \cdot n} \cdot P_0 = \frac{0.8^{3+1}}{3! \cdot 3} \cdot 0.45 = 0.02$$

Среднее время ожидания в очереди

$$T_{och} = \frac{L_{och}}{\lambda} = \frac{0.02}{0.8} = 0.025$$

Ожидаемая стоимость минуты простоя представляет собой сумму стоимости бездействующих рабочих и стоимости бездействующих кладовщиков. Стоимость бездействующих рабочих представляет собой стоимость одного рабочего, умноженную на ожидаемое количество бездействующих рабочих

стоимость простоя

$$P_0(30+15) = 0,45 * 45 = 20,25 \quad \text{д.е.}$$

Результат:

```
C:\Users\jacqu\source\repos\ComputerModelling\ConsoleOutput\bin\Debug\net
Аналитические характеристики СМО
Вероятность того, что отсутствуют рабочие 0,45
Среднее время ожидания в очереди 0,02
Средние потери цеха 20,1220 д.е.

Моделирование СМО
Число поступивших заявок 50
Число обслуженных заявок 50
Среднее время ожидания в очереди 0,1343
Среднее время пребывания в системе 1,1767
Коэффициент использования СМО 1,1820
Средние потери цеха 21,7591 д.е.
```

Рисунок 1 - Результат работы программы