

**УДК 510**

## **СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

*Егоров А. С., студент 2 курса инженерного факультета  
Научный руководитель - Евстигнеева О. Г., старший  
преподаватель  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»*

**Ключевые слова:** *система массового обслуживания, канал, ожидание, задача.*

*В статье описывается понятие системы массового обслуживания и приводится пример решения задач.*

В современной жизни часто приходится сталкиваться с такими ситуациями: очередь покупателей у касс в магазинах; колонна автомобилей, движение которых остановлено светофором; ряд станков, вышедших из строя и ожидающих ремонта и т. д. Все эти ситуации объединяет обстоятельство, что названным системам необходимо пребывание в состоянии ожидания. Ожидание является следствием вероятностного характера возникновения потребностей в обслуживании и разброса показателей, обслуживаемых систем, которые называют системами массового обслуживания (СМО)[1,2,3,4,5,6,12].

В промышленности и в сельском хозяйстве СМО применяются при поступлении сырья, материалов, комплектующих изделий на склад и выдаче их со склада; обработке широкой номенклатуры деталей на одном и том же оборудовании; организации наладки и ремонта оборудования; определении оптимальной численности обслуживающих отделов и служб предприятий и т. д.

В зависимости от характера формирования очереди СМО различают:

- 1) системы с отказами, в которых при занятости всех каналов обслуживания заявка не встает в очередь и покидает систему не обслуженной;
- 2) системы с долгими ожиданиями, в которых заявка встает в очередь, если в момент ее поступления все каналы были заняты [7,8,9,10,11,14,15].

Существуют и системы смешанного типа с ожиданием и ограниченной длиной очереди: заявка получает отказ, если приходит в момент, когда все места в очереди заняты. Заявка, попавшая в очередь, обслуживается обязательно [13].

По числу каналов обслуживания СМО делятся: на одноканальные и многоканальные.

Рассмотрим пример задачи (СМО).

**Задача.** На сортировочную станцию прибывают составы с интенсивностью 0,9 состава в час. Среднее время обслуживания одного состава составляет 0,7 часа. Необходимо определить показатели эффективности работы сортировочной станции: интенсивность потока обслуживаний, среднее число заявок в очереди, интенсивность нагрузки канала (трафик), вероятность, что канал свободен, вероятность, что канал занят, среднее число заявок в системе, среднее время пребывания заявки в очереди, среднее время пребывания заявки в системе.

**Решение.** Сортировочную станцию можно рассматривать как одноканальную СМО с неограниченным ожиданием (т. е. с очередью). Таким образом, параметры системы: число каналов  $n = 1$ , число мест в очереди  $m = \infty$ .

Интенсивность входящего потока  $\lambda = 0,9$  состава в час, среднее время обслуживания одной заявки  $T_{об} = 0,7$  ч, интенсивность потока обслуживаний

$$\bar{T}_{об} = \frac{1}{\mu} \quad \mu = \frac{1}{0,7} = 1,429 \quad \text{отсюда}$$

Таким образом, нагрузка системы равна:  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \lambda T_{об}$ ,

$$\rho = \frac{0,9}{1,429} = 0,63 \quad \text{или} \quad \rho = 0,9 \cdot 0,7 = 0,63.$$

Среднее число составов, ожидающих обслуживания,

$$N_{оч} = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{0,63^2}{1 - 0,63} = 1,073$$

Так как  $\rho < 1$ , то очередь составов на сортировку не может бесконечно возрастать, значит, предельные вероятности существуют. Вероятность того, что станция свободна  $p_0$ , рассчитывается по следующей формуле:

$$p_k = \rho^k(1 - \rho); k = 0, 1, 2, \dots$$

$$p_0 = 1 - \rho.$$

$p_0 = 1 - 0,63 = 0,37$ , тогда вероятность того, что станция занята

$$p_{зан} = 1 - 0,37 = 0,63.$$

Среднее число заявок (составов) в системе (на сортировочной станции) рассчитывается по следующей формуле:

$$\bar{N}_{сист} = \bar{N}_{оч} + \bar{N}_{об} = \frac{\rho}{1 - \rho}, \quad \text{где } \bar{N}_{об} = \rho; \bar{N}_{сист} = 0,63/1 - 0,63 = 1,703 \text{ или}$$

$$\bar{N}_{сист} = 0,63 + 1,073 = 1,703.$$

Среднее время пребывания заявки (состава) в очереди (в ожидании сортировки)

$$\bar{T}_{оч} = \frac{\bar{N}_{оч}}{\lambda} = \frac{\rho^2}{\lambda(1 - \rho)} = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)},$$

$$T_{оч} = 1,073/0,63 = 0,63^2/(0,9(1 - 0,63)) = 0,63/(1,429(1 - 0,63)) = 1,19.$$

Среднее время пребывания заявки (состава) в системе (на сортировочной горке под обслуживанием в ожидании обслуживания)

$$\bar{T}_{сист} = \bar{T}_{оч} + \bar{T}_{об} = \frac{1}{\lambda} \cdot \bar{N}_{сист} = \frac{\rho}{\lambda(1 - \rho)} = \frac{1}{\mu(1 - \rho)},$$

$$T_{сист} = 0,7 + 1,19 = 0,63/(0,9(1 - 0,63)) = 1,703/0,9 = 1/(1,429(1 - 0,63)) = 1,89.$$

**Вывод.** Очевидно, что скорость обслуживания составов на сортировочной станции невысокая, так как время на ожидание обслуживания (1,19 ч) превышает время на обслуживание (0,7 ч). Для повышения эффективности работы сортировочной горки необходимо уменьшить время обслуживания одного состава или увеличить число сортировочных станций.

Итак, из задачи видно, что система массового обслуживания очень важна в современном мире. Она широко используется, так как с ее помощью можно установить зависимость число обслуживаемых единиц и качеством обслуживания, это позволяет выбрать оптимальное количество касс в магазине, сортировочных станций и многое другое[13-15].

### Библиографический список.

1. Лосева, Т.П. Моделирование социально-экономических процессов: методические указания и контрольные задания / Т.П. Лосева, Н.Э. Бунина, О.Г. Евстигнеева. -Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 1999. -45с.
2. Евстигнеева, О.Г. Решение прикладных задач в курсе «Математика» в Ульяновской ГСХА / О.Г. Евстигнеева// Материалы Всероссийской научно-производственной конференции «Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России». - Ульяновск, 2003. - С 377-379.
3. Ермолаева, М.В. Математическая модель управления запасами / М.В. Ермолаева, О.Г. Евстигнеева // Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции «В мире научных открытий». - Ульяновск: УГСХА им. П.А.Столыпина, 2012. - Том III. –С. 99-103.
4. Ермолаева, В.И. Модель адаптивного тестирования на нечеткой математике/ В.И. Ермолаева, С.И. Банников// «Молодежь и наука XXI века». Материалы II-й Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. – С. 144-147.
5. Ермолаева, В.И. Выбор параметра оптимизации при математическом моделировании объекта / В.И. Ермолаева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2007. - 2(5).– С. 41-42.
6. Ермолаева, В.И. Регрессионные математические модели/ В.И. Ермолаева, С.И. Банников // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2007.- 2(5). – С. 39-41.
7. Ермолаева, В.И. Временные ряды и прогнозирование/ В.И.Ермолаева, С.И. Банников // Материалы международной научно-методической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования». - Ульяновск, 2008. – Том VII. - С.264-266.
8. Адаптивная модель тестирования на нечеткой математике / В.И. Ермолаева, С.И. Банников, В.В. Хабарова, О.М. Каняева //Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании». -Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2011. -С.219-222.
9. Ермолаева, В.И. Выбор параметра оптимизации при математическом моделировании объекта / В.И. Ермолаева, О.Г. Евстигнеева // Материалы научно-методической конференции профессорско-препо-

давательского состава академии «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании». -Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2011. - С.217-218.

10. Ермолаев, И.В. Применение пакета презентационной графики Microsoft Power Point/ И.В. Ермолаев, В.И. Ермолаева, Е.П. Дронова // Материалы 60-й научной студенческой конференции. –Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2007. -С 365-367.

11. Ермолаева, В.И. Математика: учебное пособие для студентов заочного обучения инженерных специальностей/ В.И.Ермолаева, О.Г. Евстигнеева. – Ульяновск: УГСХА им П.А.Столыпина. -2013. -160с.

12. Ермолаева, В.И. Линейная алгебра : учебно- методическое пособие студентам заочного обучения для выполнения контрольных работ по специальности 080100 -Экономика, бакалавриат / В.И.Ермолаева, О.Г. Евстигнеева. –Ульяновск: УГСХА им П.А.Столыпина. -2012. -68с.

13. Зартдинова, Ф.Ф. Теория механизмов и машин для инженеров/ Ф.Ф. Зартдинова, Н.С. Киреева// Сборник студенческой научно–практической конференции «В мире научных открытий». -2012.- Том III.

14. Каняева, О.М. Игра как способ проверки знаний и умений применять их на практике / О.М. Каняева, Н.П. Каняев// «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – С. 71-74.

15. Каняева, О.М. Сочетание использования наглядных пособий и технических средств обучения в преподавании предмета «Начертательная геометрия. Инженерная графика» / О.М. Каняева, Н.П. Каняев// «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии. – Ульяновск: УГСХА, 2012. –С. 71-74.

## **QUEUING SYSTEM.**

*A. Egorov , Evstigneeva O. G.,*

**Keywords:** *queuing system, the channel waiting task.*

*The article describes the concept of queuing system and an example of solving problems.*