

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

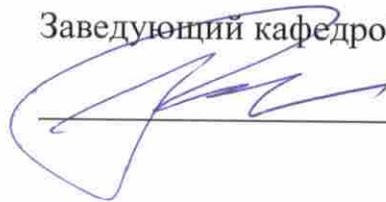
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук

Кафедра «Вычислительная механика и математика»

Утверждено на заседании кафедры  
«Вычислительная механика и математика»  
14 января 2021 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



В.В. Глаголев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**к практическим занятиям**  
**по дисциплине (модулю)**  
**«Основы системного анализа»**

**основной профессиональной образовательной программы**  
**высшего образования – программы специалитета**

по специальности  
**38.05.02 Таможенное дело**

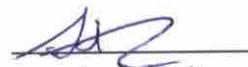
Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 380502-01-21

Тула 2021 год

**Разработчик методических указаний  
к практическим занятиям**

Пустовгар А.С., доцент, канд. техн. наук, доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## Одноканальная СМО с отказами

**ЗАДАНИЕ.** *Интенсивность потока телефонных звонков в агентство по заказу железнодорожных билетов, имеющему один телефон, составляет  $2N = 16$  вызовов в час. Продолжительность оформления заказа на билет равна  $0,3N = 2,4$  минуты. Определить относительную и абсолютную пропускную способность этой СМО и вероятность отказа (занятости телефона). Сколько телефонов должно быть в агентстве, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,75.*

**РЕШЕНИЕ.** Имеем систему массового обслуживания (СМО) с одним каналом (один телефонный номер) с отказами. Получаем параметры  $\lambda = 16/60 = 4/15$  (интенсивность входящего потока, 4/15 заявок в минуту),  $\mu = 1/t = 1/2,4 = 5/12$  (интенсивность потока обслуживания, 5/12 заявок за минуту). Определим характеристики работы данной СМО в предельном режиме.

$$p_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{5/12}{4/15 + 5/12} = \frac{25}{41} \approx 0,61 \quad - \text{вероятность того, что система свободна}$$

(телефонная линия свободна, заявок нет).

$$p_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = \frac{4/15}{4/15 + 5/12} = \frac{16}{41} \approx 0,39 \quad - \text{вероятность того, что в системе заявка}$$

(телефонная линия занята). Она же – вероятность отказа в обслуживании.

Относительная пропускная способность  $Q = p_0 = 0,61$ .

Абсолютная пропускная способность  $A = Q\lambda = 0,61 \cdot \frac{4}{15} \approx 0,163$  (среднее число заявок, обслуживаемых в минуту).

Среднее время обслуживания заявки  $T = \frac{1}{\mu} = 2,4$  минуты, среднее время простоя канала (телефонной линии)  $T = \frac{1}{\lambda} = \frac{15}{4} = 3,75$  минуты.

Среднее время пребывания заявки в системе  $T_{sys} = \frac{1}{\lambda + \mu} = \frac{1}{4/15 + 5/12} = \frac{60}{41} \approx 1,46$  минуты.

Найдем, сколько телефонов должно быть в агентстве, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,75.

Рассмотрим случай с двумя телефонами. Имеем многоканальную (число каналов  $k = 2$ ) систему массового обслуживания (СМО) с отказами.

Интенсивность входящего потока  $\lambda = \frac{4}{15}$ , интенсивность потока обслуживания  $\mu = \frac{5}{12}$ . Введем величину  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0,64$  - приведенную

интенсивность входящего потока. Тогда

$$p_0 = \sum_{i=0}^k \frac{\rho^i}{i!} = \frac{0,64^0}{0!} + \frac{0,64^1}{1!} + \frac{0,64^2}{2!} \approx 0,542.$$

$$p_i = p_0 \frac{\rho^i}{i!}, \text{ ПОЭТОМУ } p_2 = 0,542 \frac{0,64^2}{2!} \approx 0,111.$$

Относительная пропускная способность  $Q = 1 - p_2 = 1 - 0,111 = 0,889$ .

Так как  $0,889 > 0,75$ , двух телефонов достаточно, чтобы обеспечить нужную пропускную способность системы.