

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
**(БГТУ им. В.Г.Шухова)**

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и  
автоматизированных систем

Лабораторная работа №6  
дисциплина: «Технология надежности»  
тема: «Без отказов (с очередью)»

Выполнил: ст. группы ВТ-32  
Воскобойников И. С.  
Проверил: Кабелянц П.С.

Белгород 2021 г.

## Задание

На сервере есть  $n$  каналов передачи сообщений. Среднее время обработки сообщений  $\tau$ . На сервер поступают сообщения в среднем количестве  $\lambda$  сообщений в минуту. Для хранения сообщений в очереди на сервере выделено место для  $(n+1)$  сообщения.

Определить основные характеристики сервера - вероятность очереди, среднее число занятых каналов, средняя длина очереди, среднее число сообщений на сервере; предполагается, что сообщение не получает отказ при занятости всех каналов и очереди длины не больше  $(n+1)$ . Параметры варианта определяются по формулам:  $n=3+[(i+j)/8]$ ,  $\lambda=1+i/4$ ,  $\tau=5/(5+j)$ . Здесь квадратные скобки означают взятие целой части, а  $i, j$  - последние цифры зачетки.

2) Написать программу, которая имитирует поведение сервера и вычисляет его основные характеристики. Сравните результаты.

## Выполнение лабораторной работы

$i=1$   
 $j=10$   
 $n=3$     $\lambda=1.25$     $\tau=0.33$     $m=2$   
 $\rho = \frac{\lambda}{n} = 0.413$   
 $P_0 = \left( 1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3 \left( 1 - \left( \frac{\rho}{n} \right)^m \right)}{2 \cdot 2! \left( 1 - \frac{\rho}{n} \right)} \right)^{-1}$   
 $= \left( 1 + 0.413 + \frac{0.413^2}{2!} + \frac{0.413^3 \left( 1 - \frac{0.413}{3} \right)}{2 \cdot 2! \left( 1 - \frac{0.413}{3} \right)} \right)^{-1} = 0.658$   
 $P_1 = \rho \cdot P_0 = 0.413 \cdot 0.658 = 0.272$   
 $P_2 = \frac{\rho^2}{2!} \cdot P_0 = 0.139$   
 $P_3 = \frac{\rho^3}{2 \cdot 2!} \cdot P_0 = 0.0073$   
 $P_4 = \frac{\rho^4}{2^2 \cdot 2!} \cdot P_0 = 0.0015$   
 $P_5 = \frac{\rho^5}{2^3 \cdot 2!} \cdot P_0 = 0.00031$   
 $P_{\text{отк}} = P_4 + P_5 = 0.00181$   
 $Q = 1 - P_{\text{отк}} = 0.99819$   
 $A = \lambda Q = 1.2496$   
 $L_q = \frac{\rho^{m+1} P_0 \left( 1 - \left( m+1 - m \frac{\rho}{n} \right) \left( \frac{\rho}{n} \right)^m \right)}{n \cdot n! \left( 1 - \frac{\rho}{n} \right)^2}$   
 $= \frac{0.413^4 \cdot 0.658 \left( 1 - \left( 3 - 2 \frac{0.413}{3} \right) \left( \frac{0.413}{3} \right)^2 \right)}{3 \cdot 3! \left( 1 - \frac{0.413}{3} \right)^2} = 0.00135$

$$\bar{K} = \rho \left( 1 - \frac{\rho^n}{2^{n-2}!} P_0 \right) = 0,413 \left( 1 - \frac{0,413^7}{2^{7-2}!} \cdot 0,658 \right) = 0,411$$

$$L_{\text{min}} = L_0 + \bar{K} = 0,41235$$

## Программная реализация

```
import random
import math

i = 1
j = 10

n = 3
m = 2
lmb = 1.25
tau = 0.333

y = 3.03
ro = 0.413

A = 1.2496
Q = 0.99969
Potk = 0.00031
k = 0.411
Lqueue = 0.00135
Lsys = 0.41235

def wait_queue(queue, delta):
    for i in range(0, len(queue)):
```

```

        queue[i][1] += delta

def free_channel(channels):
    for i in range(0, n):
        if channels[i] == 0:
            return i
    return -1

def message_proc(channels, delta):
    for i in range(0, len(channels)):
        if (channels[i] > delta):
            channels[i] -= delta
        else:
            channels[i] = 0

def send_message(messages, channels, queue):
    aqt = 0
    qm = 0
    unpm = 0
    pos = free_channel(channels)
    if pos != -1:
        if len(queue) > 0:
            tmp = queue.pop(0)
            newMessage = tmp[0]

            qm += 1
            aqt += tmp[1]
        else:
            newMessage = messages.pop(0)
            channels[pos] = newMessage
    else:
        if len(queue) < m:
            queue.append([messages.pop(0), 0])
        else:
            unpm += 1
            messages.clear()
    return [aqt, qm, unpm]

channels = []

for i in range(0, n):
    channels.append(0)
queue = []
maxTime = 100000
busyChannels = 0
unProcMessage = 0
totalMessage = 0
avgQueueTime = 0
queueMessage = 0
avgQueueLen = 0
messages = []
t = 0.01
avgTime = 0

for currentTime in range(0, int(maxTime / t)):
    message_proc(channels, t)
    wait_queue(queue, t)
    if (random.random() < 1 - math.exp(-1 * lmb * t)):

```

```

        messages.append(0.3 + tau - random.random()/2)
        avgTime += messages[0]
        totalMessage += len(messages)
        take_mes = send_message(messages, channels, queue)
        avgQueueTime += take_mes[0]
        queueMessage += take_mes[1]
        unProcMessage += take_mes[2]
        messages.clear()
        busyChannels += n - channels.count(0)
        avgQueueLen += len(queue)
    loadedChannels = busyChannels / (maxTime / t)
    averageTime = avgTime / totalMessage

    print("Теоретические значения:")
    print("Абсолютная пропускная способность: A = {}".format(A))
    print("Относительная пропускная способность: Q = {}".format(Q))
    print("Вероятность отказа в обработке: P_отк = {}".format(Potk))
    print("Среднее число занятых каналов: `k = {}".format(k))
    print("Среднее число заявок в очереди: L_оч = {}".format(Lqueue))
    print("Среднее число заявок в СМО: L_сист = {}".format(Lsys))

    print("\nПрограммные значения:")
    print("Сервер работает {} минут, t = {} минуты".format(maxTime, t))
    print("Всего получено сообщений: {}".format(totalMessage))
    print("Пропущено сообщений: {}".format(unProcMessage))
    print("Абсолютная пропускная способность: A = {}".format((totalMessage -
unProcMessage) / maxTime))
    print("Относительная пропускная способность: Q = {}".format((totalMessage -
unProcMessage) / totalMessage))
    print("Вероятность отказа при обработке: P_отк = {}".format(unProcMessage /
totalMessage))
    print("Среднее число занятых каналов при этом составило: k =
{}".format(busyChannels / (maxTime / t)))
    print("Среднее число заявок в очереди: L_оч = {}".format(avgQueueLen /
(maxTime / t)))

```

## Результат работы программы

Теоретические значения:

Абсолютная пропускная способность: A = 1.2496  
 Относительная пропускная способность: Q = 0.99969  
 Вероятность отказа в обработке: P\_отк = 0.00031  
 Среднее число занятых каналов: `k = 0.411  
 Среднее число заявок в очереди: L\_оч = 0.00135  
 Среднее число заявок в СМО: L\_сист = 0.41235

Программные значения:

Сервер работает 10000 минут, t = 0.01 минуты  
 Всего получено сообщений: 12563  
 Пропущено сообщений: 4  
 Абсолютная пропускная способность: A = 1.2459  
 Относительная пропускная способность: Q = 0.9996816047122502  
 Вероятность отказа при обработке: P\_отк = 0.0003183952877497413  
 Среднее число занятых каналов при этом составило: k = 0.414127  
 Среднее число заявок в очереди: L\_оч = 0.014999